PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)
CATEGORIA III

PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL
FASE DE OPERACIÓN

Compromisos de EsIA Aplicables	Versión N°	Elaborado por	Fecha de Emisión
13017, 13030, 13164, 13189, 13191, 13192, 13193, 13195, 13362,	1.0	MINERA PANAMÁ S.A.	01/05/2021

Contenido

1.0 Introducción 3
1.1. Instalaciones Principales 3
1.2. Marco Legal 7
2.0 Meteorología 7
2.1 Objetivos 7
2.2 Estaciones de Monitoreo 8
2.3 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 11
2.4 Manejo de Datos, Control de Calidad e Informes 12
3.0 Calidad del Aire y Ruido 14
3.1 Objetivos 14
3.2 Criterios 15
3.2.1 Emisiones 15
3.2.2 Calidad de Aire Ambiental 16
3.2.3 Ruido Ambiental 19
3.2.4 Vibraciones 21
3.3 Sitios de Monitoreo 22
3.4 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 26
3.5 Requisitos para los Equipos 26
3.6 Manejo de Datos y QA/QC 29
3.7 Informes 30
4.0 Aguas Superficiales 31
4.1 Calidad del Agua 31
4.1.1 Monitoreo de Cumplimiento 31
4.1.2 Monitoreo Operativo 44
4.1.3 Monitoreos de Control Interno 44
4.1.5 Monitoreo del agua superficial participativo con las comunidades 47
50
4.1.6 Monitoreo de Agua Potable 51
4.1.7 Monitoreo de Agua en el Hábitat Marino Costero 53
4.2 Cantidad de Agua 60
4.2.1 Objetivos 60
4.2.2 Criterios 60
4.2.3 Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 60
4.2.4 Equipo Requerido 62
4.2.5 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes 62
5.0 Agua Subterránea 63
5.1 Calidad del Agua 63
5.1.1 Objetivos 63
5.1.2 Criterios 63
5.1.3 Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 64
5.1.4 Equipo Requerido 66

5.1.5 Manejo de Datos, QA/QC e Informes 66
5.2 Cantidad de Agua 67
5.2.1 Objetivos 67
5.2.2 Sitios de Monitoreo 67
5.2.3 Parámetros y Frecuencia 67
5.2.4 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes 68
6.0 Calidad del Suelo 68
6.1 Objetivos 69
6.2 Criterios 69
6.3 Sitios de Monitoreo 70
6.4 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 71
6.5 Equipo Requerido 74
6.6 Manejo de Datos, Control de Calidad (QA/QC) e Informes 74
7.0 Referencias 75

1.0 Introducción

Minera Panamá S.A. se encuentra operando el proyecto Mina de Cobre Panamá en el distrito de Donoso, provincia de Colón, Panamá, ubicado a 120 km al oeste de la Ciudad de Panamá y 20 km de la costa del Mar Caribe. El Proyecto extrae la roca y procesa el mineral de sulfuro de cobre en una concesión de 13,000 hectáreas. Este Plan cubre las obras y actividades evaluadas en el Estudio de Impacto Ambiental y Social (EsIA), aprobado en 2011 y sus modificaciones autorizadas, el Plan no considera futuras extensiones o cambios de diseño, las que tendrían que ser incorporados posteriormente.

1.1. Instalaciones Principales

Las instalaciones principales del Proyecto incluyen el sitio de la mina, área de procesamiento de minerales, un puerto y una planta de generación de energía. En general, la infraestructura se divide en dos ubicaciones principales: una en sitio de la mina y otra en el puerto. Además de las instalaciones principales, existen en el Proyecto instalaciones auxiliares, tales como: campamentos, oficinas administrativas e instalaciones técnicas para brindar mantenimiento al equipo utilizado en las actividades industriales. Los sitios de mina y puerto están conectados por una carretera. Se cuenta también con tuberías y líneas de transmisión de energía desde el sitio puerto (Punta Rincón) hasta el sitio de la mina.

Las instalaciones principales en el sitio de mina y puerto incluyen:

- Tres tajos a cielo abierto (Botija, Colina y Valle Grande), que serán desarrolladas durante la vida útil del Proyecto;
- Instalaciones para la trituración, transporte y almacenamiento del mineral, incluyendo:
  - cuatro trituradoras primarias;
  - bandas transportadoras; y
  - un área para el almacenamiento del mineral triturado
- Una planta concentradora, que incluye:

- trituradoras secundarias;
- dos molinos semi-autógenos y cuatro molinos de bola;
- una planta de flotación con tanques para la separación del mineral que contiene cobre cobre y mineral residual, dando como resultado la producción del concentrado de cobre. El contenido de oro será procesado en una sala de separación por gravimetría;
- un circuito de flotación para separar concentrado de molibdeno;
- una concentradora para preparar el concentrado de cobre en una consistencia apropiada para ser transportada a puerto a través de tuberías; y
- un tanque de almacenamiento de agua

- Instalaciones para el manejo de relaves (IMR *por sus siglas en español* o TMF *por sus siglas en inglés*), que recibirá y almacenará residuos provenientes del procesos de separación del cobre concentrado;
- Instalaciones para el almacenamiento de saprolita y residuos de roca (WRSF *por sus siglas en inglés*) para el almacenamiento de este material generado durante la fase de operaciones;
- Una reserva de mineral de baja graduación;
- Depósitos de agua dulce;
- Depósito de aguas procesadas;
- Instalaciones auxiliares, que incluyen:
  - talleres de mantenimiento de camiones y equipo móvil;
  - oficinas;
  - plantas de tratamiento de aguas residuales;
  - almacenamiento y abastecimiento de combustible;
  - instalaciones para preparación y almacenamiento de explosivos;

- vertedero para desechos no peligrosos comunes;

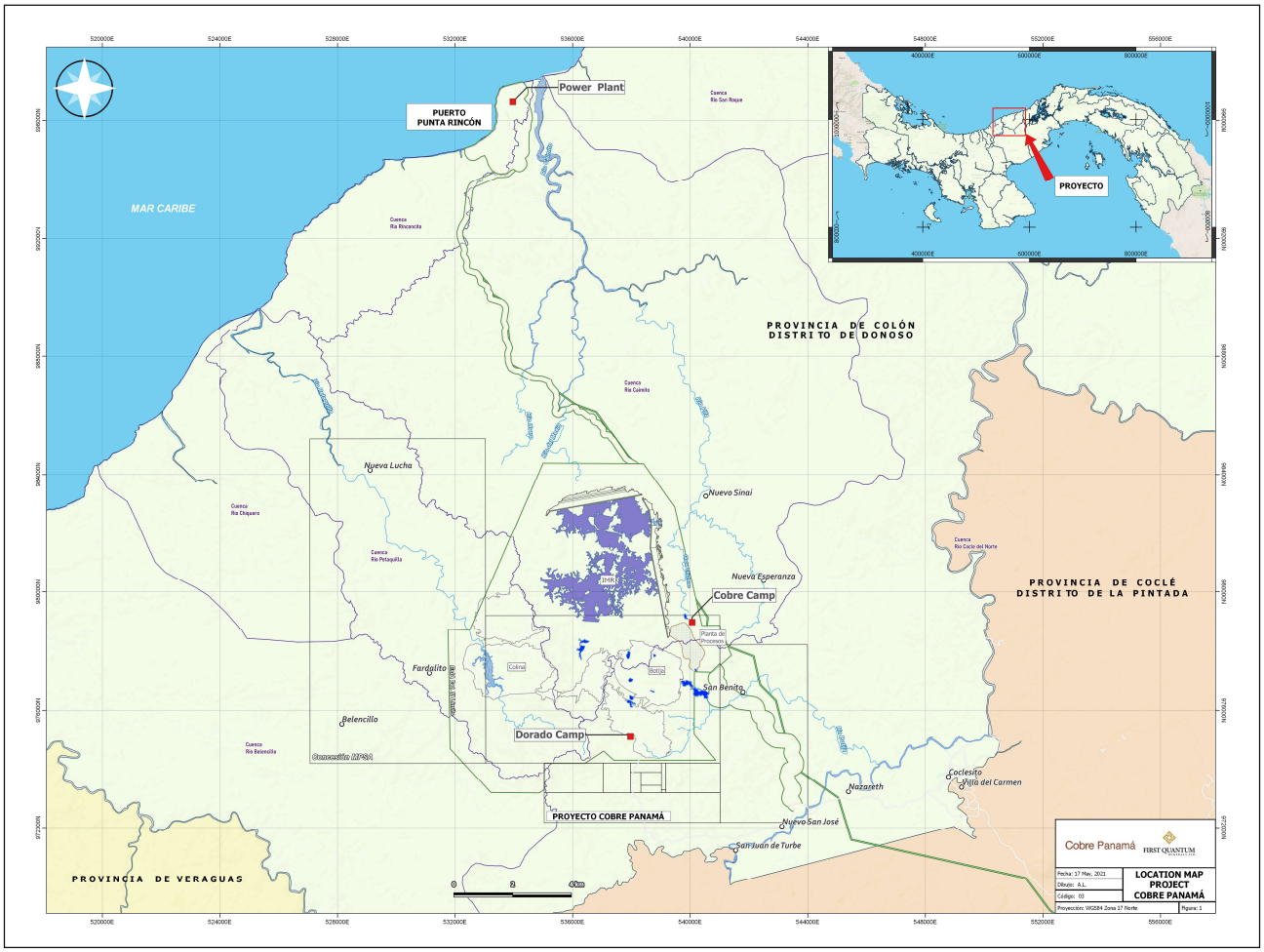
- Estructuras de desviación de agua y control de sedimentos;
- Canteras para material de préstamo (agregados);
- Campamentos e instalaciones de manejo para el personal.
- Instalaciones para el personal de seguridad;
- Instalaciones de laboratorio;
- Caminos internos para acceder a campamentos, tajos, las instalaciones de almacenaje de rocas residuales, instalaciones de manejo de residuos e instalaciones auxiliares y acceso al sitio puerto.

Las instalaciones principales del puerto que incluyen:

- Instalaciones para el filtrado del concentrado de cobre;
- Un galpón para el almacenamiento del concentrado de cobre;
- Un puerto con instalaciones para la carga y descarga de los buques de transporte del concentrado y para recibir combustible y suministros para la operación, incluyendo carbón para la planta de energía;
- Instalaciones auxiliares, incluyendo las de tratamiento de aguas residuales y las de manejo de desechos domésticos;
- Dos unidades de energía de carbón de 150 megavatios para la generación de electricidad;
- Instalaciones para el transporte, manejo y almacenaje de carbón;
- Instalaciones para el almacenaje de ceniza;
- Sistemas de admisión y descarga de agua de refrigeración al mar;
- Instalaciones auxiliares para las operaciones de la planta, tales como talleres y bodegas de almacenaje para equipo y repuestos; y
- Campamentos e instalaciones de Manejo para el personal.

El plan de monitoreo ha sido desarrollado para tomar en cuenta todas estas diferentes instalaciones. En la Figura 1-1 se incluye un mapa de las instalaciones.

Figura 1-1: Ubicación del Proyecto y de las Instalaciones Principales



1.2. Marco Legal

El EsIA (Golder 2010) detalla los requisitos legales para el Proyecto. Esto incluye, tanto requisitos legales panameños específicos, como las directrices y criterios especificados por la Corporación Financiera Internacional (IFC *por sus siglas en inglés*) en sus guías específicas para la industria sobre ambiente, salud y seguridad (EHS *por sus siglas en inglés*). Además de las directrices del EHS del IFC, otras directrices aplicables incluyen aquellas para: instalaciones de manejo de desechos, plantas para energía térmica, portuarios y minería. Cada recurso (por ejemplo, agua, aire y suelo) cubierto por el programa de monitoreo incluye un análisis de los requisitos legales específicos para dicho recurso.

2.0 Meteorología

Esta sección ofrece un resumen de las estaciones meteorológicas existentes en Minera Panamá S.A a partir de las cuales se logrará evaluar los posibles impactos al Proyecto relacionados con el tiempo y clima, así como la forma en la que tales impactos podrían afectar al medio ambiente y las comunidades locales.

2.1 Objetivos

Los principales objetivos del monitoreo meteorológica son:

- Evaluar y comparar posibles impactos climáticos en el área de desarrollo del Proyecto (ADP) Mina de Cobre Panamá, teniendo como referencia la línea base del EsIA cat III. Anexo IX: Línea Base de Calidad del Aire y Meteorología.
- Evaluar y comparar posibles impactos hidrológicos en el área de desarrollo del Proyecto Mina de Cobre Panamá, teniendo como referencia la línea base del EsIA Anexo V-Línea Base de Hidrología (Golder 2010).
- Determinar posibles impactos sobre las comunidades locales cercanas al área de desarrollo del Proyecto Mina de Cobre Panamá.

- Utilizar los datos recolectados en las estaciones meteorológicas a modo de orientar en la toma de decisiones en la operación del Proyecto.
- Analizar la información acumulada dentro del área del Proyecto y en sus principales cuencas.
- Mantener registros actualizados de la información recolectada regularmente en las estaciones meteorológicas.

2.2 Estaciones de Monitoreo

Durante el levantamiento de la línea base del EsIA de Minera Panamá se instalaron dos estaciones meteorológicas, que sirvieron para la recolección de datos ambientales que fueran representativos de las condiciones de la línea base en los sitios del Proyecto, por un período de aproximadamente un año[1].

La primera de estas estaciones se situó cerca del campamento de exploración del Proyecto y se denominó como la estación de Colina. La segunda se ubicó cerca del área del puerto del proyecto y se definió como la estación de Río Caimito. Dichas estaciones comenzaron a funcionar en noviembre del 2007 y diciembre del 2007 respectivamente.

Debido a los recientes cambios dados en Proyecto Cobre Panamá, en donde se re-definieron diseños, re-ubicaron estructuras y algunas instalaciones del Proyecto, se tomó la decisión de movilizar la estación meteorológica de Colina al área donde se ha construido el campamento TMF, próximo al área donde están las instalaciones de la tina de relaves.

La Figura 2-1 muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas de Río Caimito y TMF.

[1]Anexo IX. Línea Base de calidad de aire y meteorología

La Tabla 2-1 muestra las coordenadas geográficas de cada una de las estaciones instaladas en el área del Proyecto.

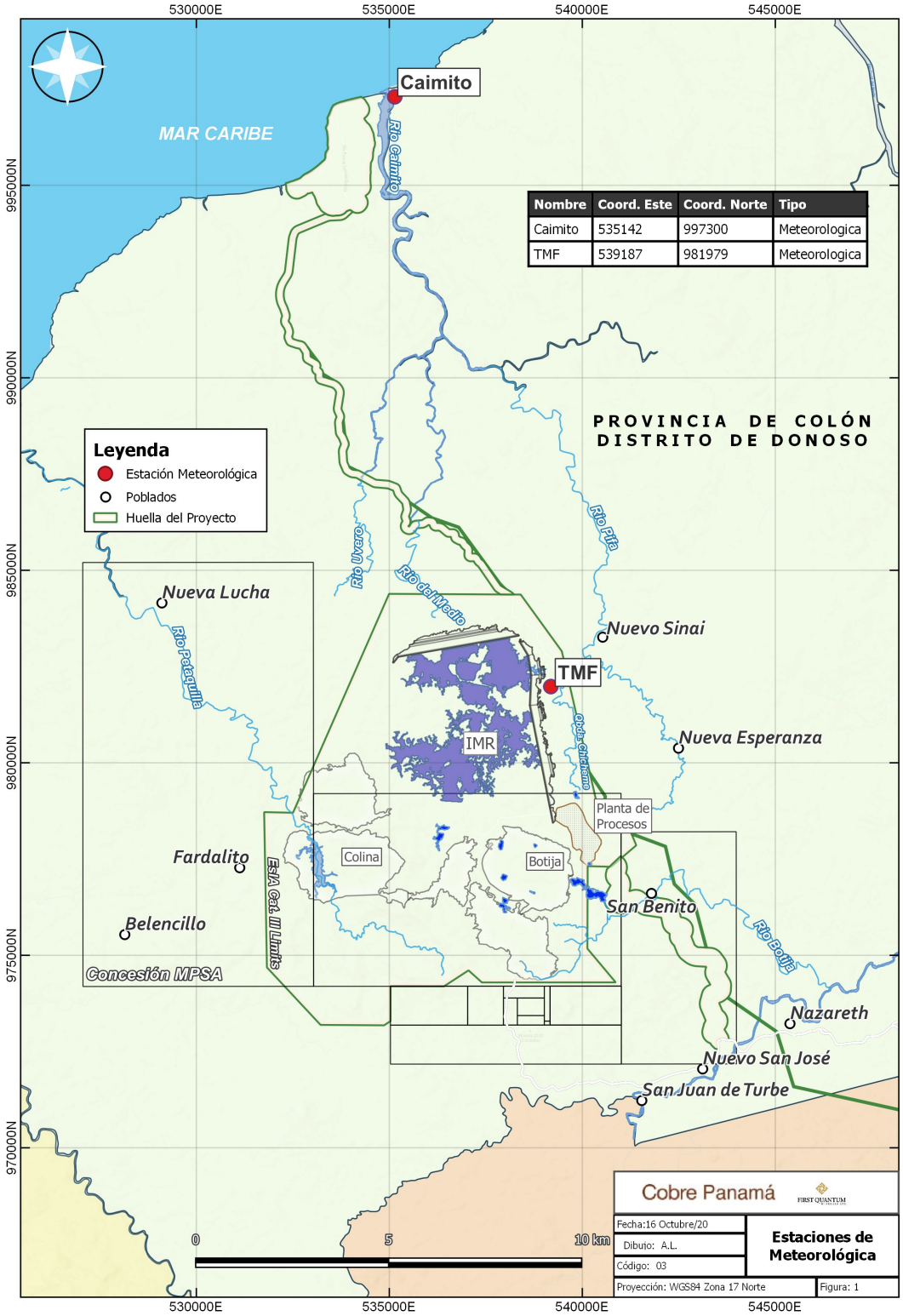
Tabla 2-1: Localización Geográfica de las Estaciones Meteorológicas Situadas en el Proyecto Cobre Panamá.

Estación	Localización Geográfica		Tipo	Estatus
	E UTM WGS84	N UTM WGS84		
Caimito	535300	997212	Estación Meteorológica	Operativa
TMF	539187	981979	Estación Meteorológica	Operativa

Para cumplir con uno de los objetivos antes descritos y con la finalidad de complementar la información brindada por las estaciones meteorológicas actuales, dentro del área de desarrollo del Proyecto Cobre Panamá se han instalado nuevos pluviómetros con el registro de la información en tiempo real.

La Figura 2-1 muestra la ubicación de los pluviómetros instalados en el Proyecto; ésta incluye los medidores de lluvia existentes en las estaciones meteorológicas arriba mencionadas.

Figura 2-1: Mapa de Localización de las Estaciones Meteorológicas y Pluviométricas



La Tabla 2-2 muestra las coordenadas geográficas de cada una de las estaciones instaladas en el área del Proyecto.

Tabla 2-2 : Coordenadas Geográficas de los Pluviómetros Situados en el Proyecto Cobre Panamá

Estaciones	Localización Geográfica		Estatus
	E UTM WGS84	N UTM WGS84	
San Benito	542006	976852	Operativa
Petaquilla	533134	977255	Operativa
Punta Rincón	533380	995427	Operativa
Botija Laydown	539076	978121	Operativa
Valle Grande	537168	975301	Operativa
Caimito	535300	997212	Operativa
TMF	539187	981979	Operativa
Poza 4 TMF	536056	983737	Operativa

2.3 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Dentro de los parámetros climáticos que se miden en las estaciones meteorológicas (Caimito y TMF) se incluyen: velocidad del viento, dirección del viento, temperatura del aire, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar, evaporación y precipitación.

La Tabla 2-3 describe marcas y modelos de los sensores, así como las unidades de medida en que se almacenan los datos.

Tabla 2-3 : Marcas y Modelos de los Sensores de Cada Estación Meteorológica

Sensor	Marca	Modelo	Unidad	Frecuencia
Velocidad del viento	MET ONE	014A	m/s	Continua
Dirección del Viento	MET ONE	024A	Grados del Norte	Continua
Humedad Relativa	MET ONE	083E	% HR	Continua
Temperatura del Aire	MET ONE	083E	°C	Continua
Evaporación	CAMPBELL SCIENTIFIC	CS451	mm	Continua
Radiación Solar	PYRANOMETER	LI200X	W/m^2	Continua
Presión Barométrica	MET ONE	92	mBar	Continua
Precipitación	HYDROLYNX	5050P-MS	mm	Continua

Los sensores en cada una de las estaciones se encuentran instalados en una torre de 10 m. mientras que el tanque de evaporación clase "A" permanece a nivel del suelo.

Los datos se recolectan y almacenan en un registrador de datos marca Campbell Scientific modelo CR1000 y se trasmiten mediante telemetría vía señal celular.

2.4 Manejo de Datos, Control de Calidad e Informes

MPSA cuenta con un servicio semestral de mantenimiento de las estaciones meteorológicas y pluviómetros del área, el trabajo es llevado a cabo por un tercero; contratista debidamente certificado y especializado, quienes en cada visita se encargan de realizar la calibración de los sensores y pluviómetros.

A su vez los técnicos han desarrollado un manual de campo que contiene una breve descripción de los equipos de las estaciones, un diagrama de conexión de los sensores a los dataloggers, un protocolo de mantenimiento de cada uno de los instrumentos de medición, también se incluyen los pasos a seguir para la recopilación en forma manual de la información y por último las hojas de campo para anotaciones de trabajos efectuados en las estaciones.

Los datos son manejados, validados y transmitidos en a los servidores internos de Minera Panamá. MPSA realiza los informes semestrales con la recopilación de los datos almacenados, específicamente referido a la precipitación diaria y mensual acumulada.

El personal de MPSA realiza visitas e inspecciones regulares a las estaciones de modo de poder verificar el estatus de los equipos. Durante las visitas se realiza la limpieza de los paneles solares, cambio de bolsas de secantes que permiten mantener libre de humedad el interior de los equipos, se deben revisar los cables de conexión de modo de detectar si existe ruptura de los mismos.

3.0 Calidad del Aire y Ruido

Esta sección cubre tanto el monitoreo de la calidad del aire (gases y partículas) como el de ruido. El monitoreo está dirigido a la evaluación tanto de emisiones de fuentes fijas como móviles (de acuerdo a la normativa vigente), al igual que al monitoreo de ruido y calidad de aire ambiental.

3.1 Objetivos

Los objetivos principales para el programa de monitoreo de aire y ruido son los siguientes:

- Demostrar el cumplimiento de los estándares aplicables de calidad del aire al mantener concentraciones de gases de combustión (por ejemplo, dióxido de azufre (SO_2), óxido de nitrógeno (NO_X) y partículas en suspensión (PM)) en las emisiones de aire dentro de los estándares aplicables.
- Mantener las concentraciones de partículas en suspensión (PM, PM_{10} y $PM_{2.5}$) en el aire; fuera y/o dentro del límite de desarrollo del Proyecto, dentro de los estándares aplicables.
- Mantener las concentraciones de los componentes de combustión (SO_2 y NO_X) en el aire; fuera del área de desarrollo del Proyecto, dentro de los estándares aplicables.
- Controlar el ruido y la vibración a los receptores para cumplir con las directrices aplicables y para minimizar los efectos del ruido en los receptores cercanos.

Los objetivos secundarios incluyen la recopilación de datos adicionales para confirmar y/o actualizar los modelos de calidad de aire y ruido. Los datos recopilados también serán utilizados para identificar si es necesario tomar acciones de contingencia o medidas de mitigación adicionales.

3.2 Criterios

3.2.1 Emisiones

Los requisitos reglamentarios sujetos al Proyecto para las emisiones provenientes de la planta termoeléctrica se especifican en el Decreto Ejecutivo No. 5 (2009) de Panamá y en las directrices Ambientales, de Salud y Seguridad de la IFC para Plantas de Energía Térmica (IFC 2008) para dióxido de azufre (SO_2), óxido de nitrógeno (NO_X) y los estándares de emisiones totales de partículas para las plantas de energía térmica. Estos estándares junto con los criterios de emisiones del Proyecto se presentan en la Tabla 3-1

Tabla 3-1: Criterios de Emisiones de Aire para la Planta de Energía Térmica

Parámetro	**Unidad**	Panamá[(a)] Generación de Electricidad Térmica	**IFC** Directrices Ambientales, de Salud y Seguridad para Plantas de Energía Térmica Planta Mayor de 50 MW/t/h a Menor de 600MW/t/h, Cuenca de Aire Degradada	**Criterios para el Proyecto[(c)]**
Partículas en Suspensión				
generación de electricidad térmica (≥ 50MW)	mg/m³	50	30	30 mg/m³
Óxido de Nitrógeno (NO_x)				
combustible sólido - calderas	mg/m³	750	200	200 mg/m³
Dióxido de Azufre(SO_2)				
generación de electricidad térmica (≤ 500 MW)		0.2 t/d/MW[(b)]	400	200 mg/m³

(a) Decreto Ejecutivo No.5"Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas" (República de Panamá 2009d). mg/Nm³ A menos que se indique lo contrario, medido bajo condiciones normales a 101.3kPa y 0°C sobre una base seca corregida para un **contenido de oxígeno del 15%.**

(b) No puede exceder los 2000mg/Nm3o500 t/d.

(c) Como el Proyecto está cerca de un área ecológica sensible, se ha seleccionado el valor más bajo para la cuenca de aire, por recomendación del CH2MHill. mg/Nm³ A menos que se indique lo contrario, medido bajo condiciones normales a 101.3kPa y 0°C sobre una base seca corregida para un **contenido de oxígeno del 6%.**

Notas:≥= mayor o igual a; mg/m3=miligramos por metro cúbico; mg/Nm3=miligramos por metro cúbico normal; t/d/MW=toneladas por día por megavatio; MW/t/h=megavatio por tonelada por hora; MW=megavatio.

El Decreto Ejecutivo No. 5 de Panamá también aplica para los motores pequeños de combustión o grupos electrógenos (generadores) cuyo poder calorífico sea menor a tres millones de vatios (3 x 106 W) o diez millones de unidades térmicas británicas por hora (10 x 10 6 BTU/h). Los métodos de caracterización y cumplimiento de emisiones se indican en el Capítulo III, listados en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Métodos para la Caracterización y Cumplimiento de Emisiones

Método 1	Método 2
a) El registro interno del cumplimiento de las prácticas de mantenimiento de los equipos de combustión, de acuerdo con los programas establecidos por el operador de la fuente y aquellos recomendados por el fabricante del equipo de combustión; b) Resultados del análisis de las características físico-químicas del combustible utilizado; y c) La presentación de certificados del fabricante del equipo de combustión, en lo referente a la tasa esperada de emisiones, basándose en las características del combustible utilizado y la antigüedad del equipo. Los resultados de la aplicación de este método, deberán demostrar el cumplimiento de los valores establecidos en la tabla 1 (Decreto N°5)	a) Mediante inspección visual, por personal capacitado para ello, del nivel de opacidad de los gases de escape de la fuente, utilizando el método Ringelmann y considerando el cumplimiento de la normativa cuando los resultados no sobrepasan el valor de 1 de la escala utilizada en dicho método; y b) Mediante el uso de altura de chimenea recomendada por las prácticas de ingeniería y del reglamento vigente de la Oficina de Seguridad del Cuerpo de Bomberos de Panamá, el cual regula a que altura deben colocarse las chimeneas.

3.2.2 Calidad de Aire Ambiental

Además de las pruebas de emisiones, el Proyecto también mantendrá estaciones de monitoreo de calidad de aire en el ambiente ver

Tabla 3-3. Panamá ha emitido un borrador de criterios para calidad de aire ambiental, que son los criterios de referencia para el Proyecto. Para ciertos parámetros a los que Panamá no les haya asignado un valor, se utilizan los valores de la IFC (2007a) como los criterios del Proyecto. Los valores están listados en la

Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Directrices Seleccionadas para la Calidad de Aire Ambiental

Parámetro	Unidad	Panamá (2006)[a]	IFC (2007a)	Criterios para elProyecto
Dióxido de Azufre (SO_2)				
24-horas	µg/m³	365	20	365
Anual	µg/m³	80	—	80
Dióxido de Nitrógeno(NO2)				
1-hora	µg/m³	—	200	200
24-horas	µg/m³	150	—	150
Anual	µg/m³	100	40	100
Monóxido de Carbono				
1-hora	µg/m³	30,000	—	30,000
8-horas	µg/m³	10,000	—	10,000
Partículas en Suspensión (PM10)				
24-horas	µg/m³	150[b]	50[c]	150
Anual	µg/m³	50[d]	20	50
Partículas en Suspensión (PM2.5)				
24-horas	µg/m³	—	75[e]	75
Anual	µg/m³	—	35[e]	35
Ozono				
1-hora	µg/m³	235		235
8-horas	µg/m³	157	160[e]	157

(a) Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire ambiental. Preparado por URS Holdings para ANAM/DINAPROCA (Julio)
(b) El cumplimiento con el estándar de 24-horas PM10 está basado en el 98vo percentil de concentración24-horas de cualquier año dado.
(c) El cumplimiento con las directrices de 24-horas PM10 está basado en el 99no percentil de concentración 24-horas de cualquier año dado.
(d) El cumplimiento con el estándar anual PM10 está basado en la concentración anual promedio durante tres años consecutivos.
(e) Valores Meta-1 interinos
Notas: µg/m3=microgramos por metro cúbico; ' –' =no aplica.

3.2.3 Ruido Ambiental

Esta sección se enfoca en el monitoreo del ruido ambiental para la protección del medio ambiente y de las comunidades aledañas. Los criterios del ruido ambiental están basados en el Decreto Ejecutivo No. 1 (2004a) y el Decreto Ejecutivo 306 (2002c).

Los impactos del ruido no deberán exceder los niveles presentados en la

. Los valores presentados son el nivel de energía equivalente (Leq) en decibeles ponderados durante los periodos indicados.

Tabla 3-4: Criterios de Ruido Ambiental

Criteriosde Ruido[a]	Panamá[b][c]		Unidad
Calificación del Receptor	Nocturno (22:00-06:00hrs)	Diurno (06:00–22:00hrs)	
Zona de Amortiguación	a 500m del perímetro industrial		
Comparado a los niveles de sonido de fondo existentes [d]	aumentar menos de ó igual a 3 dB para las áreas comerciales e industriales aumentar menos de ó igual a 5 dB para áreas públicas		dBA
Residencial, institucional, educacional (industria cercana)	50	60	dBA
Industrial comercial	n/a	n/a	dBA

(a) Leq máximo permitido por hora Leq en dBA.
(b) Decreto Ejecutivo No. 1(República dePanamá2004 a) y Decreto Ejecutivo 306 (República de Panamá 2002c).
(c) Requiere también de la creación de una zona de amortiguación de 500 m que excluya el desarrollo residencial cercano a la industria.
(d) Aplica si el ambiente existente es mayor que los criterios establecidos.
dB = decibeles; dBA = decibeles ponderación-A; hrs=horas; Leq=equivalente Nivel de sonido no continuo; m= metro;n/ a= prueba que no aplica

3.2.4 Vibraciones

El monitoreo de las vibraciones (por ejemplo, aquel provocado por voladuras) consistirá en dos ubicaciones, una dentro del área de la mina y otra fuera de ella. Ambas ubicaciones utilizarán sismógrafos que medirán la vibración generada en el suelo al momento de producirse la voladura.

El criterio ambiental de referencia que se utilizará es el “Anteproyecto de Ley para las afectaciones a las edificaciones en la República de Panamá”, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 3-5

Tabla 3-5: Criterios de Vibración Ambiental

Límites tolerables referencias		
Tipo de edificio	**Límite como PPV**	
	4 Hz a 15 Hz	**>15 Hz**
Edificios normales: con estructuras reforzadas y edificios comerciales	50 mm/s a 4 Hz o más.	
Edificios especiales: residencias, edificios no reforzados o con valor histórico, centros educativos, hospitales, asilos, hoteles.	15 mm/s de 4 Hz hasta 14 Hz; 20 mm/s a 15 Hz.	20 mm/s de 15 Hz a 39 Hz; 50 mm/s a 40 Hz o más.
Para frecuencias <4 Hz, el máximo desplazamiento no debe exceder 0,6 mm.		

(*) De acuerdo al Anteproyecto de Calidad Ambiental de Vibraciones, el radio de evaluación de las vibraciones ambientales será de 1000 metros, si se contemplan actividades de voladuras.

3.3 Sitios de Monitoreo

Las únicas fuentes fijas significativas, de acuerdo a las definiciones del Decreto Ejecutivo No. 5 corresponden a las 2 unidades de generación eléctricas de sitio Puerto. El monitoreo de emisiones será tanto para partículas como para gases y permitirá el desarrollo de un inventario de emisiones en unidades de masa por tiempo.

Tabla 3-6: Localización Geográfica de las Unidades de Generación, Central Eléctrica Minera Panamá.

Estación	**Localización Geográfica**		**Tipo**	**Estatus**
	E UTM WGS84	**N UTM WGS84**		
Unidad 1	533929	996928	Fuente Fija Significativa	Operativa
Unidad 2			Fuente Fija Significativa	Operativa

Por otra parte, las fuentes fijas no significativas del Proyecto, corresponden a generadores a diésel del proyecto y hornos eléctricos en sala de oro de Planta de Procesos.

Los lugares de monitoreo para la calidad de aire ambiental, se han establecido para evaluar el cumplimiento de los estándares y directrices aplicables de aire durante la vida del proyecto. La Tabla 3-7 muestra la ubicación de las estaciones de calidad de aire del Proyecto para la fase de operación. La Figura 3-1 muestra la localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad de aire durante la fase operaciones.

Se han considerado los siguientes criterios para establecer las estaciones

- Existencia de comunidad local;
- Ubicación de las vías de acceso existentes y previstas;
- Dirección predominante del viento;
- Características topográficas del área del Proyecto.

Para cumplir con los compromisos de EsIA, la estación ubicada en Río Caimito incluirá el análisis de concentraciones de metal, específicamente Ni y V, durante la fase de operaciones. Esto se discute más a fondo en la Sección 3.4.

Tabla 3-7: Sitios de Monitoreo para Calidad de Aire Ambiental

Código	Estación	Ubicación Geográfica(1)	
		E (m)	N (m)
AQ-RC-001	Río Caimito	535300	997212
AQ-SB-001	San Benito	542006	976852

(1) los valores son coordenadas UTM (NAD 27- Zona 17)

El monitoreo del ruido se llevará a cabo en un mínimo de lugares indicados en la Tabla 3-8. Tal y como se indica, algunas ubicaciones son específicas para el monitoreo operativo, mientras que las otras son estaciones a largo plazo para la protección de las comunidades locales.

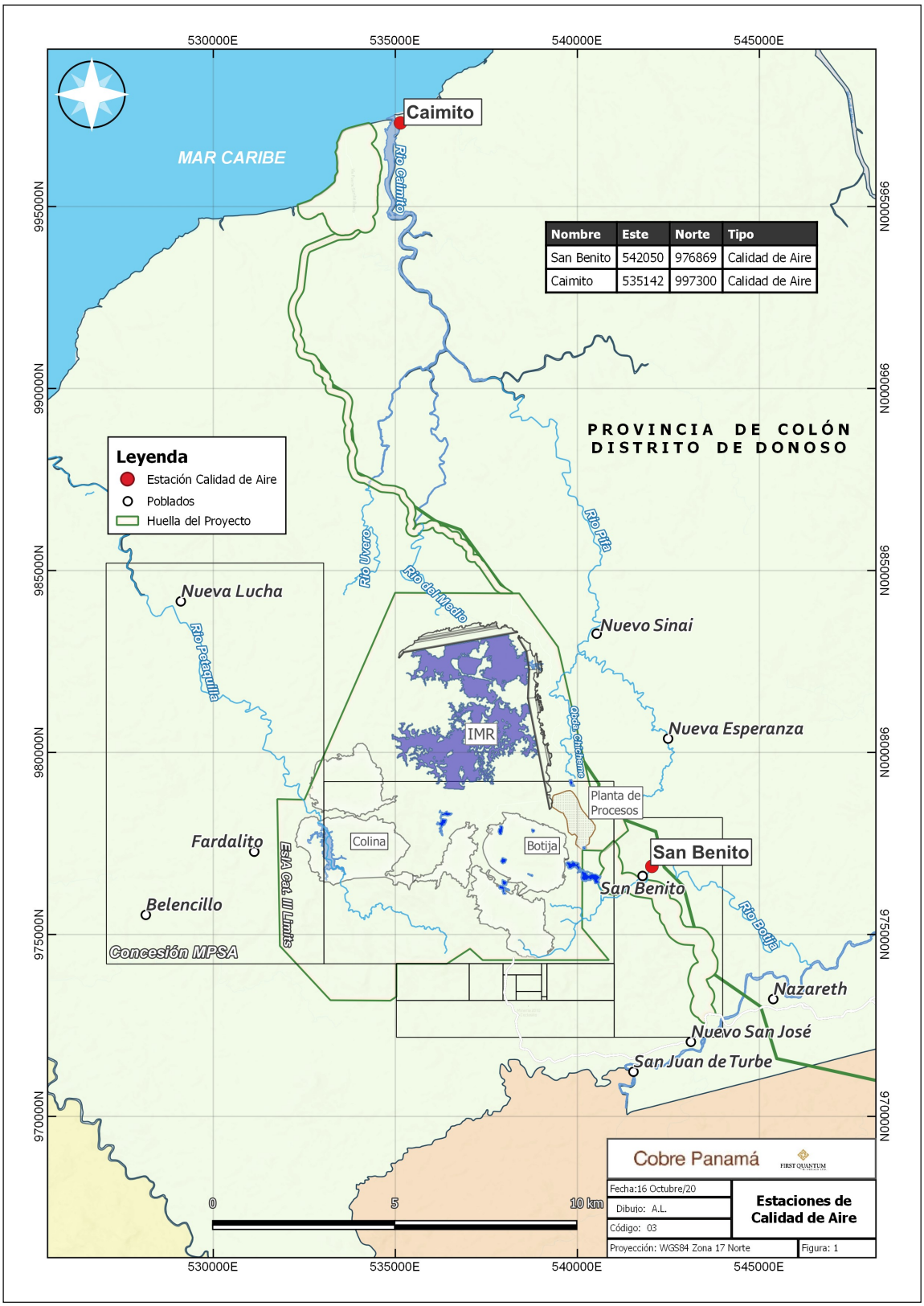
Tabla 3-8: Sitios y Duración del Monitoreo de Ruido

Sitios de Monitoreo	Duración
San Benito	largo-plazo 24 horas
Nuevo Sinaí	largo- lazo 24horas
Rio Caimito	largo-plazo 24horas

Podrá ser necesario llevar a cabo más monitoreos para abordar cualquier inquietud o quejas por ruido planteadas por la gente en localidades receptoras.

El monitoreo de vibraciones se realizará en la comunidad más cercana a la operaciones de voladura, es decir en la Comunidad de San Benito.

Figura 3-1: Ubicaciones de las Estaciones de Monitoreo de Aire Durante la Fase de Operaciones



3.4 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

El programa de monitoreo de emisiones para cada unidad de la planta de energía térmica se realizarán anualmente para NOx, SO_2, PM y metales pesados de acuerdo a los métodos US EPA descritos en el Decreto Ejecutivo No. 5.

Las fuentes fijas no significativas se monitorearan una vez al año de acuerdo a lo indicado en el Capitulo III del Decreto Ejecutivo No. 5 en base al método 2 (nivel de opacidad con método Ringelmann).

Para el monitoreo continuo de calidad de aire, se analizarán los siguientes parámetros: NOx, SO_2 y PM_{10}, $PM_{2.5}$, monóxido de carbono y ozono. Como se especifica en el borrador de criterios de Panamá (ANAM 2006), el muestreo debe darse cada tres días como mínimo. Como será discutido en la Sección 3.5, el monitoreo de gases se hará de forma continua y las mediciones de PM se harán en mediciones continuas.

El programa de monitoreo de ruido en los receptores consistirá en una medición única de 24 horas en cada uno de los sitios de monitoreo considerados como de "largo-plazo". Para cada medición de 24 horas se registrarán los datos históricos de ruido y datos climáticos u otras observaciones de campo. Los datos serán revisados para evaluar el impacto de ruido de las operaciones del proyecto. Esto se completará con una frecuencia anual o si se presentan quejas.

El monitoreo de vibraciones en suelo se realizará en forma anual, siguiendo los protocolos de medición internacionales.

3.5 Requisitos para los Equipos

El monitoreo de emisiones deberá ser realizado por un laboratorio externo acreditado por la CNA para estos fines, con equipos con calibración vigente a la fecha de medición.

Para calidad de aire, el monitoreo de las partículas en suspensión será llevado a cabo utilizando una combinación de muestreadores de alto volumen (hi-vol) y analizadores continuos. El monitoreo continuo en tiempo real de las concentraciones aerotransportadas de PM_{10} y $PM_{2.5}$ utilizará instrumentos continuos, tales como analizadores E-BAM o TEOM. Se recolectarán muestras adicionales de PM_{10} promedio a 24 horas utilizando muestreadores hi-vol equipado con un cabezal de entrada de PM_{10}. Los muestreadores deben ser capaces de operar a un mínimo de 5L/m de velocidad de flujo por un periodo de 24 horas además de ser operados de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Los filtros nuevos deben ser pesados inicialmente y luego de un periodo de muestreo de 24 horas se deben volver a pesar para determinar la carga de polvo de PM_{10}. El método de determinación del peso debe ser capaz de tener un límite de detección de 0.01 mg por filtro. Se calcula un periodo promedio de 24 horas. Los protocolos de muestreo estarán guiados según indica la Parte 50 del US 40CFR, que está especificado por el reglamento panameño. Los filtros seleccionados pueden ser analizados para revisar contenidos de metales incluyendo; pero no limitado a, plomo, níquel, cobre y arsénico para asegurar que la exposición a metales específicos no es significativa con respecto a los límites de concentración del aire. Durante la fase de operación, se requiere del análisis de la concentración de metales (Ni, V, As, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, and Se) en la estación de Río Caimito y en San Benito. En estas ubicaciones se recolectará una muestra compuesta de 24 horas por lo menos una vez al mes.

Para el monitoreo continuo de partículas en suspensión ($PM_{2.5}$ and PM_{10}) se utilizará un E-BAM (Monitor de Atenuación Ambiental Beta, *por sus siglas en inglés*) o una tecnología equivalente. El E-BAM está designado por la USEPA como una tecnología equivalente adecuada para el monitoreo de partículas aerotransportadas. El monitor continuo de partículas registra niveles instantáneos de partículas y brinda resultados promedio por periodos de 1 minuto, 10 minutos o 1 hora. Se colocarán sensores de velocidad y dirección del viento junto a los sensores de partículas y se instalará una alarma visual y sonora. También se llevará a cabo el monitoreo en tiempo real de aire para SO_2 y NO_X utilizando analizadores continuos de aire, equipados con un sistema de adquisición y registro de datos.

La medición del nivel de ruido debe realizarse utilizando un medidor de nivel de sonido que esté

configurado en modo de respuesta lenta para obtener niveles de presión de sonido de ponderación-A (SPLs) consistentes e integrados. La ponderación-A ajusta las medidas para la respuesta aproximada del oído humano a baja frecuencia SPLs (por ejemplo, menor de 1,000 hertz[Hz]) y alta frecuencia SPLs (por ejemplo, mayor de 1,000 hertz[Hz]).

También se necesita recolectar los siguientes parámetros de ruido en cada ubicación:

- Leq– El SPL integrado a lo largo de un periodo de medición seleccionado (1 minuto, durante el día y la noche); este parámetro es el SPL estable continuo que tendría la misma energía acústica que el ruido fluctuante real a lo largo del mismo periodo de tiempo.
- Lmax – El SPL máximo para el periodo seleccionado de muestreo.
- Lmin – El SPL mínimo para el periodo seleccionado de muestreo.
- Ln – Los SPLs que fueron excedidos n por ciento de tiempo durante el periodo de muestreo. Por ejemplo, L90 es el nivel excedido 90 por ciento del tiempo.

Los SPLs y los datos de banda de octava deben ser recolectados durante cada evento de monitoreo, utilizando técnicas de medición establecidos por ANSI.

Los medidores de nivel de sonido deben cumplir con los requisitos de precisión de Tipo I – establecidos para los medidores de nivel de sonido y para los filtros de un tercio (1/3) de octava. El monitoreo debe llevarse a cabo utilizando el medidor de nivel de sonido montado en un trípode a una altura de 1.5 metros (m) por encima de la superficie del suelo. Se necesita utilizar un protector de viento apropiado para hacer mediciones al aire libre. El micrófono debe estar posicionado de manera que se logre una respuesta de incidencia aleatoria (es decir, que no haya interferencia local con la propagación del ruido).

El medidor de nivel de sonido y el analizador de banda de octava necesitan ser calibrados inmediatamente antes y después del periodo de muestreo utilizando el CAL200 para brindar un control de calidad del funcionamiento de los medidores de nivel de sonido durante el monitoreo. El calibrador tiene un estimado de incertidumbre para el nivel de presión de sonido

de ± 0.1 dB a un nivel del 99 por ciento de confianza.

3.6 Manejo de Datos y QA/QC

El programa de QA/QC para el monitoreo de la calidad del aire y emisiones incluirá lo siguiente:

- El personal de campo que opere el monitoreo de aire ambiental y/o emisiones debe estar debidamente capacitado para utilizar el equipo y comprender la metodología.
- Se debe tomar una muestra adicional por cada cinco muestras que se colecten, pero esto no debe interferir con la muestra a colectar en cada sitio.
- Una muestra en blanco se enviará junto con las muestras diarias colectadas como medida analítica de calidad.
- El laboratorio que realice el análisis gravimétrico tendrá sus métodos acreditados.
- Se registrará una descripción visual de cada filtro para brindar una observación cualitativa de la muestra.
- Las medidas de control adicionales se describen en US40CFR58, el Apéndice A de la guía de los procesos QA/QC para las muestras del ambiente.
- Se llevarán a cabo inspecciones periódicas de los registros de mantenimiento para asegurar que se cumplan los requisitos de mantenimiento de rutina.

El programa de QA/QC para el monitoreo del ruido y vibraciones incluirá lo siguiente:

- El personal de campo llevando a cabo operaciones de muestreos de ruido ambiental deberá estar debidamente capacitado para operar el equipo y para comprender la metodología.
- El personal de campo llevando a cabo operaciones de la vibración deberán estar debidamente capacitados para operar el equipo y para comprender la metodología.
- Se llevarán a cabo inspecciones periódicas de los registros de mantenimiento para asegurar que se cumplan los requisitos de mantenimiento de rutina.

3.7 Informes

Los datos recopilados se resumirán y detallarán en informes semestrales que incluirá:

- Un resumen de lo que abarca el informe, incluyendo cualquier cambio en el monitoreo desde el informe anterior
- Una presentación de los resultados y una comparación con los criterios del Proyecto.
- Una discusión de cualquier caso en que se excedan los criterios del Proyecto y las acciones tomadas para remediar dichos excesos.
- El informe contendrá todos los monitoreos llevados a cabo, de acuerdo al tipo de medición.
- El formato y presentación deben hacerse de manera aceptable para el Ministerio de Ambiente.

4.0 Aguas Superficiales

4.1 Calidad del Agua

Una de las mayores inquietudes ambientales en las operaciones de minería es el impacto a la calidad y cantidad del agua. El Proyecto Cobre Panamá tiene el potencial de alterar tanto la calidad y la cantidad del agua dulce y/o de mar. El monitoreo debe llevarse a cabo en todas las descargas de agua, al igual que un monitoreo de la calidad del agua superficial, agua subterránea. Las descargas potenciales al agua dulce vienen de la mina (por ejemplo, excesos de agua procesada y descargas de las estructuras de control de sedimentación), de las plantas de tratamiento de aguas residuales, y de lixiviados de relleno sanitario.

4.1.1 Monitoreo de Cumplimiento

Objetivos

Los objetivos del monitoreo de cumplimento para el agua superficial son para asegurar:

- Cumplir con los estándares legales de descargas de efluentes (Panamá y/o IFC) en todos los puntos de descargas de agua.
- Verificar que el cumplimiento de los compromisos del EsIA para los sitios de monitoreo, coincida con el de Ministerio de Ambiente.

Criterios

Panamá tiene criterios específicos para descargas en cursos de agua que se incluyen en la DGNTI-COPANIT 35-2019 (Ministerio de Comercio e Industrias 2019), los parámetros a controlar están determinados por el tipo de actividad industrial y su código CIIU, en Tabla 4-1 se señalan los tipos de actividad industrial aplicables al Proyecto.

En Panamá sólo existe un Anteproyecto de Ley para los criterios de la calidad del agua ambiental "Anteproyecto de Ley por el cual se dicta las normas de calidad ambiental para aguas naturales" aunque este documento debe ser actualizado (cuando se definan los criterios ambientales), MPSA ha establecido comparar con los criterios descritos en éste documento específicamente con la Tabla de estándares de referencia para la clase 2-C.

Tabla 4-1: Criterios para Descargas de Efluentes

		Emision de Contaminantes Líquidos / Emission of Liquid Contaminants				
Parámetro/Parameter	Unidad/Unit	Resolución No.58_2019	CIIU 3510 - Generación, transmisión y distribución de energía electrica	CIIU 0729 - Extraccion de otros minerales metalíferos no ferrosos	CIIU 0559 - Grupo: Otros alojamientos	CIIU 5510 - Actividades de alojamiento temporales
Aceites y Grasas / Grease and Oils	mg/l	20	S	S	S	S
Ácido Bórico / Boric Acid	mg/l	2				
Aluminio / Aluminium	mg/l	5				
Arsénico / Arsenic	mg/l	0.5	C	C		
Benceno / Benzene	mg/l					
Boro / Boron	mg/l					
Cadmio / Cadmium	mg/l	0.01	C	C		
Calcio / Calcium	mg/l	1000				
Cianuro Total / Total Cyanide	mg/l	0.2		S		
Cianuro Libre / Free Cyanide	mg/l					
Cianuro WAD / WAD Cyanide	mg/l					
Cloro (libre) Residual / Residual (Free) Chlo	mg/l	1.5			S	S
Cloruros / Chlorides	mg/l	400				
Cobre / Copper	mg/l	1	C	C		
Coliformes Fecales / Fecal Coliforms	NMP/100 ml	500				
Coliformes Totales / Total Coliforms	NMP/100 ml	1000	S	S	S	S
Compuestos Fenólicos / Phenolic Compour	mg/l	0.5				
Conductividad Eléctrica / Electric Conducti	uS/cm	2000				
Cromo Hexavalente / Hexavalent Chromium	mg/l	0.05	C	C		
Cromo Total / Total Chromium	mg/l	5				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) /	mg/l	50	S	S	S	S
Demanda Química de Oxígeno (DQO) / Ch	mg 02/l	100	C	C	C	C
Detergentes / Detergents	mg/l					
Enterococos	NMP/100 ml	100				
Escherichia coli	NMP/100 ml	250				
Espuma Detergente o Sulfactante / Surfact	mg/l					
Estaño Total / Total Tin	mg/l					
Etilbenceno / Ethylbenzene	mg/l					
Flúor / Fluorine	mg/l					
Fósforo Total / Total Phosphorus	mg/l	10	C	C	C	C
Hidrocarburos Totales / Total Hydrocarbon	mg/l	5	S	S		
Hierro Disuelto / Dissolved Iron	mg/l					
Hierro Total / Total Iron	mg/l	5	C	C		
Manganeso / Manganese	mg/l	0.5				
Mercaptanos / Mercaptans	mg/l	0.02				
Mercurio / Mercury	mg/l	0.001	C	C		
Metanol / Metanol	mg/l	4.1				
Molibdeno / Molybdenum	mg/l					
Niquel / Nickel	mg/l	0.2		C		
Nitratos / Nitrates	mg/l	10				
Nitritos / Nitrites	mg/l					
Nitrógeno Orgánico Total / Total Organic N	mg/l					
Nitrógeno Amoniacal / Ammoniacal Nitrog	mg/l	3				
Nitrógeno Total / Total Nitrogen	mg/l	15	C	C	C	C
Olor / Odor	mg/l					
Organoclorados / Organochlorines	mg/l	1.5				
Organofosforados / Organophosphorines	mg/l	1.5				
Oxigeno Disuelto / Dissolved Oxygen	mg/l					
PCB	mg/l					
Pentaclorofenol / Pentachlorophenol	mg/l	0.009		C		
pH	Unidad	5.5-8.5	S	S	S	S
Plomo / Lead	mg/l	0.05	C	C		
Selenio / Selenium	mg/l					
Sodio / Sodium	%	35				
Sólidos Sedimentables / Sedimentable Soli	mg/l	15				
Sólidos Suspendidos / Suspended Solids	mg/l	35	C	C	C	C
Sólidos Totales Disueltos / Total Dissolved S	mg/l					
Sulfatos / Sulfates	mg/l	1000				
Sulfuros / Sulfides	mg/l	1				
Surfactantes / Surfactants	mg/l	5			S	S
Temperatura / Temperature	°C	±3°C	S	S	S	S
Tolueno / Toluene	mg/l	0.7				
Tricloroetano / Trichloroethane	mg/l	0.04				
Triclorometano / Trichloromethane	mg/l	0.02				
Turbiedad / Turbidity	NTU	30				
Xileno / Xylene	mg/l	0.05				
Zinc	mg/l	3	C	C		

C: se refiere a toma de muestras compuestas
S: se refiere a toma de muestras simples.

Monitoreo de cumplimiento para calidad de aguas de descargas

Actualmente contamos con tres descargas: una aguas abajo del área del TMF en la cuenca de Río Caimito, y dos en el sitio Puerto correspondientes a las descargas de aguas de enfriamiento de las unidades de generación de la Central Eléctrica.

Adicional, contamos con dos plantas de tratamiento de aguas servidas ubicadas en los campamentos GAP y Cobre en proceso de ser modificadas, para las cuales se presentarán permisos de concesión de descargas una vez estén en plena operación.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Los parámetros de muestreo para los ***puntos de descargas*** son los señalados en la Tabla 4-1.

Las regulaciones de Panamá especifican la frecuencia de los muestreos basada en el volumen de la descarga y qué constituyentes están siendo descargados. El protocolo más estricto exige que se lleven a cabo muestreos 4 veces al mes, aplicable a las descargas de TMF y Central Eléctrica, cuya ubicación se indica en la Tabla 4-2 y Figura 4-1.

Tabla 4-2: Ubicación puntos de muestreo en descargas de Planta de Energía y TMF

Estaciones	Localización Geográfica	
	E UTM WGS84	N UTM WGS84
Descarga de Agua de Mar Unidad 1	533519	997138
Descarga de Agua de Mar Unidad 2	533512	997134
Toma de Agua de Mar	533402	997175
Descarga TMF	536056	983148

Equipo Requerido

La normativa DGNTI-COPANIT-35-2019 también incluye requisitos específicos para la colecta, preservación y análisis de las muestras. Durante la toma de las muestras, se procura seguir los procedimientos apropiados de recolección dependiendo del tipo de parámetro a analizar.

Los materiales y equipos utilizados durante la actividad se describen a continuación:

- Sonda multiparamétrica.
- Guantes de nitrilo
- Agua destilada
- Botellas plásticas y de vidrio: según el tipo de análisis
- Neveras
- Preservantes: según se requiera por botella y por parámetro a analizar.

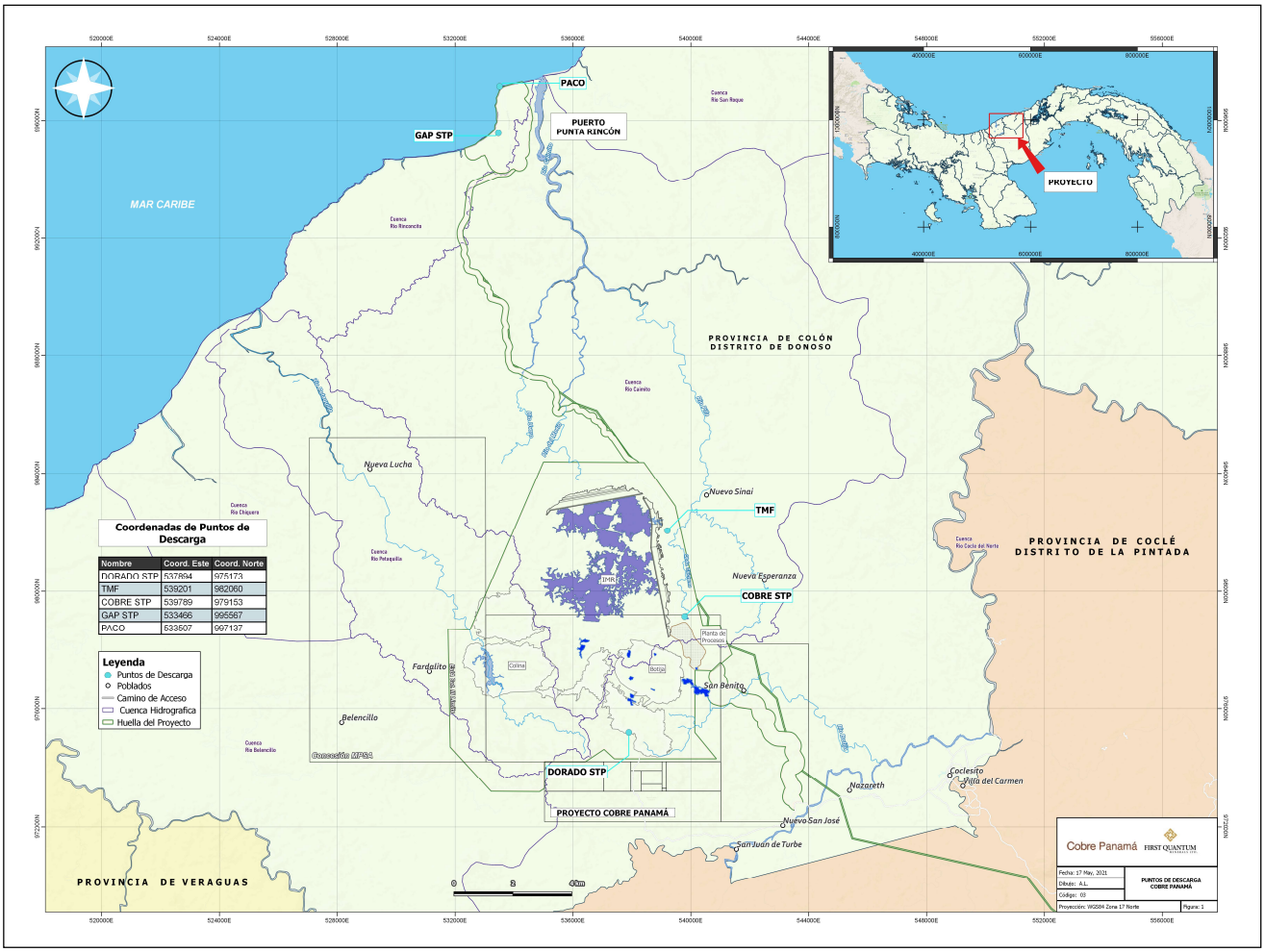
Como parte de las políticas y exigencias del Proyecto Cobre Panamá, el personal debe emplear según corresponda el equipo de protección apropiado (lentes, guantes, máscaras, entre otros).

Será necesario tener en cuenta y cumplir con los protocolos de seguridad, ya que por ejemplo los accesos a ciertos puntos de muestreo pueden encontrarse por encima del nivel del cuerpo de agua a monitorear (trabajo de altura).

Manejo de Datos, QA/QC, e Informes

Los informes de resultados se presentarán una vez al año a MiAmbiente, tal como se indica en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019.
El QA/QC incluirá como mínimo un análisis de un duplicado de campo. Todos los datos serán introducidos en la base de datos de medio ambiente.

Figura 4-1: Ubicaciones de las Descargas



Monitoreo de cumplimiento para calidad ambiental de las aguas naturales

En Panamá sólo existe un Anteproyecto de Ley para los criterios de la calidad del agua ambiental "Anteproyecto de Ley por el cual se dicta las normas de calidad ambiental para aguas naturales" aunque este documento debe ser actualizado (cuando se definan los criterios ambientales), MPSA ha establecido comparar los resultados con los criterios descritos en éste documento específicamente con la tabla de estándares para la clase 2-C.

Existen compromisos del EsIA para el monitoreo de la calidad del agua; aguas abajo de las operaciones (es decir, calidad ambiental del agua)

MPSA establecerá ubicaciones claves que permitan el análisis de tendencias a largo plazo y que sirvan como puntos de alerta tanto en la calidad como en la cantidad del agua.

Los lugares de muestreo estarán ubicados en cada una de las cuencas que pueden ser impactadas en la fase de operaciones y los mismos serán supervisados durante las auditorias.

La lista de los sitios se indica a continuación:

- Río Petaquilla: W-2
- Río Caimito: W-13
- Coclé del Norte: W-4 (Río Molejones)
  W-5 (Río Botija)
  W-15 (Coclé del Norte)

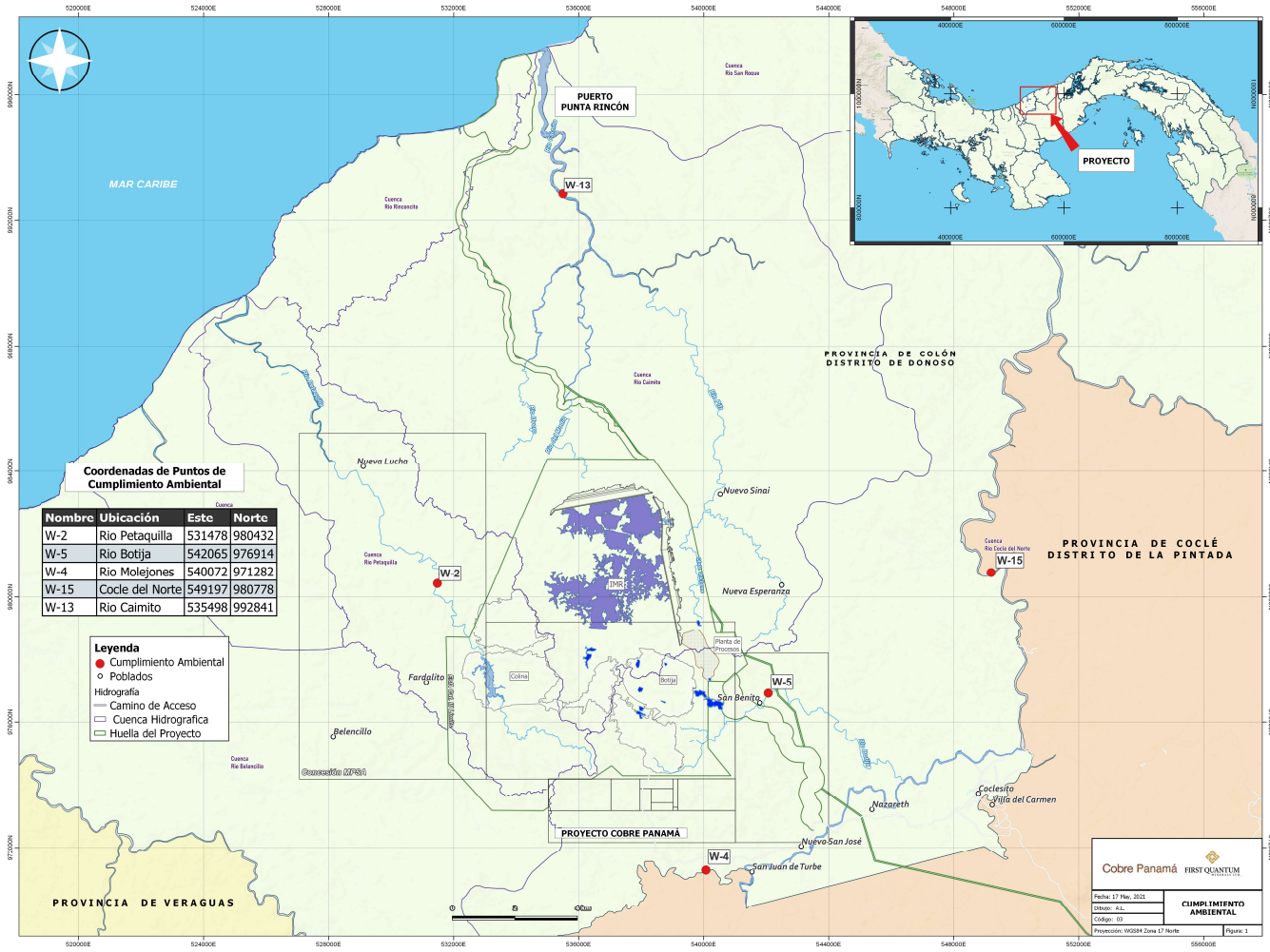
Los sitios W-2 y W-13 para evaluar si los controles operativos y las medidas de mitigación están protegiendo a los ríos aguas abajo de la mina.

En Coclé del Norte es más complicado debido a la presencia de las operaciones de Petaquilla Gold. El sitio W-4 está ubicado aguas a abajo de Petaquilla Gold para monitorear cambios

potenciales debido a sus operaciones, mientras que el sitio W-5 está ubicado en un drenaje separado que no está influenciado por Petaquilla Gold, pero puede estar influenciado por MPSA. En la ubicación final, W-15 se monitorea la condición del río después de la confluencia de los afluentes que forman Coclé del Norte. Estos tres puntos permitirán hacer una caracterización de la fuente de los diferentes constituyentes en esta cuenca.

Todos los puntos sugeridos fueron parte de la caracterización de la línea base inicial. Estas ubicaciones se muestran en la Figura 4-2

Figura 4-2: Ubicación de los sitios del monitoreo de cumplimiento para calidad ambiental del agua, en corrientes superficiales.



La ubicación final de los sitios para el monitoreo permanente de la calidad del agua superficial fue discutido anteriormente con Ministerio de Ambiente y presentado en los respectivos Informes de Seguimiento en las fases de construcción y ahora en fase de operación.

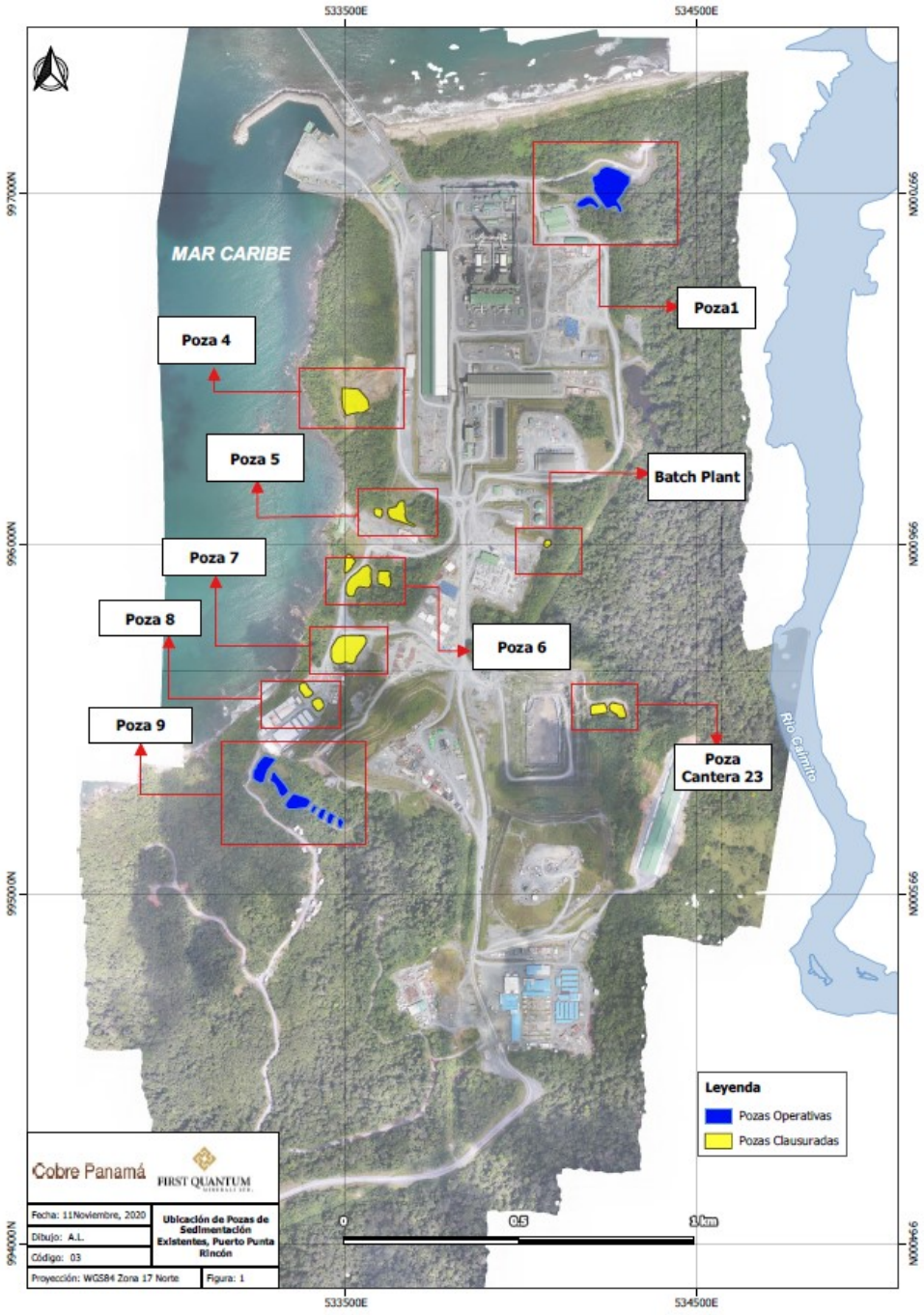
Por otro lado, tal y como se expone en la Sección 4.2, se deberán hacer mediciones de la cantidad del agua superficial en las mismas ubicaciones.

MPSA también realiza monitoreo de las descargas de las pozas de sedimentación, actualmente operativas del Proyecto en sitio Puerto. Estas son:

- Poza 1
- Poza 9

Estas ubicaciones se muestran en la Figura 4-3.

Figura 4-3: Ubicación de los sitios del monitoreo de cumplimiento para calidad ambiental de agua, en las descargas de las pozas de sedimentación operativas de Puerto.



Todas estas son ubicaciones de agua dulce que se encuentran justo debajo del agua liberada de los estanques de control de sedimentos del área de puerto.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Para estas ubicaciones y para las cinco ubicaciones en los ríos, el muestreo se llevará a cabo trimestralmente.

Los parámetros para las ubicaciones de ***muestreo de agua ambiental*** son:

- De campo: pH, temperatura, conductividad específica, turbiedad
- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), Total de Sólidos Suspendidos (TSS)
- Alcalinidad: Total
- Biológicos: coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, DBO, COD
- Nutrientes: nitrato+ nitrito y fósforo total
- Iones comunes: SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K
- Orgánicos: aceite y grasa
- Cianuro: total
- Metales totales.

Equipo Requerido

La normativa DGNTI-COPANIT-35-2019 también incluye requisitos específicos para la colecta, preservación y análisis de las muestras. Durante la toma de las muestras, se procura seguir los procedimientos apropiados de recolección dependiendo del tipo de parámetro a analizar.

Los materiales y equipos utilizados durante la actividad se describen a continuación:

- Sonda multiparamétrica.
- Guantes de nitrilo
- Agua destilada
- Botellas plásticas y de vidrio: según el tipo de análisis
- Neveras
- Preservantes: según se requiera por botella y por parámetro a analizar.

Como parte de las políticas y exigencias del Proyecto Cobre Panamá, el personal debe emplear según corresponda el equipo de protección apropiado (lentes, guantes, máscaras, entre otros).

Será necesario tener en cuenta y cumplir con los protocolos de seguridad, ya que por ejemplo los accesos a ciertos puntos de muestreo pueden encontrarse por encima del nivel del cuerpo de agua a monitorear (trabajo de altura).

Manejo de Datos, QA/QC e Informes

Las regulaciones exigen que los informes para el Ministerio de Ambiente se preparen sobre una base semestral en fase de operación. Los informes presentarán los datos y un análisis de cumplimiento con los criterios especificados.

Si se excedieran los criterios, se debe entregar información adicional de las acciones correctivas implementadas para lograr el cumplimiento. El QA/QC incluirá como mínimo el análisis de un duplicado de muestra y una muestra control por cada 10 muestras colectadas. Todos los datos serán introducidos en la base de datos de medio ambiente, se entregará un resumen de resultados en forma semestral.

4.1.2 Monitoreo Operativo

El monitoreo operativo se define como el seguimiento que se lleva a cabo para las decisiones internas de gestión y operación.

Objetivos

Los objetivos principales del programa de monitoreo operativo para la calidad del agua superficial son:

- Verificar que las operaciones de MPSA estén administrando el agua de forma efectiva de manera que la calidad del agua en el punto final de control en cada cuenca de cumplimiento con los criterios ambientales del Proyecto para este tipo de aguas.
- Apoyar el compromiso de EsIA para la implementación de un programa de manejo de aguas para asegurar la gestión efectiva del agua en el sitio.
- Determinar el origen de las cargas (químicas, sedimentos) para cumplir con el compromiso EsIA 13189,

4.1.3 Monitoreos de Control Interno

El monitoreo de control interno se define como el seguimiento que se lleva a cabo de forma interna y está enfocado en el control de sedimentos y otros parámetros de interés que tengan relación con las operaciones de las instalaciones de la mina y del puerto.

Objetivos

Los principales objetivos del monitoreo de control interno son:

- Verificar que los controles de erosión y de sedimentos sean efectivo limitando la concentración de TSS (y de turbiedad) que llega a los ríos
- Brindar datos de monitoreo al equipo de operaciones de manera que las áreas con fallas puedan ser identificadas y que las acciones correctivas sean implementadas

- Llevar a cabo monitoreos de rutina para evaluar si existen sitios donde puedan darse drenajes de roca ácida (ARD, *por sus siglas en inglés*)
- Determinar el origen de las cargas (químicas, sedimentos) para cumplir con el compromiso EsIA 13189
- Monitoreo de incidentes ambientales.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

En general, el monitoreo de control interno se puede llevar a cabo utilizando mediciones de campo, o muestras para análisis en laboratorio.

La turbidez está fuertemente correlacionada con las concentraciones de TSS. Las disminuciones del pH y el aumento de la conductividad eléctrica son buenos indicadores si se empiezan a dar drenajes de roca ácida (ARD, *por sus siglas en inglés*). Los parámetros de campo deben ser monitoreados en ubicaciones clave (por ejemplo, descargas de las estructuras de control de sedimentos) por lo menos semanalmente.

Además de los parámetros de campo, el monitoreo en la fase de construcción incluirán un muestreo mensual donde también se analizará lo siguiente:

- TSS
- SO_4
- Metales totales y disueltos.

Esta lista reducida de parámetros ha sido seleccionada como un indicador del potencial de generación de ARD.

Además del monitoreo de campo, contamos con monitoreo continuo de flujo y parámetros de campo en los principales rios: Botija, Rio del Medio y Uvero.

Equipo Requerido

Durante la colección de muestras de agua superficial se requieren los siguientes equipos y materiales:

- Sonda multiparamétrica
- Medidor de turbidez
- Guantes de nitrilo
- Botellas plásticas o de vidrio según el tipo de análisis.
- Preservantes según corresponda por botella y por parámetro a analizar.
- Neveras

Manejo de Datos, QA/QC e Informes

Los datos serán solamente para uso interno. Es responsabilidad del grupo de medio ambiente la de comunicar los resultados y avisar a los supervisores de operación cuando el monitoreo demuestre áreas que necesiten acciones correctivas. Además, se entregarán resúmenes a la gerencia a través de los informes mensuales de medio ambiente.

4.1.5 Monitoreo del agua superficial participativo con las comunidades

MPSA ha establecido un programa independiente para evaluar la calidad del agua superficial con la participación de las comunidades cercanas a las rutas de acceso y al sitio del Proyecto. El programa está siendo ejecutado con el apoyo técnico de una universidad local, bajo la supervisión de una organización autónoma con experiencia en temas sociales, desarrollo comunitario y derechos humanos.

Objetivos

Los objetivos principales del programa son:

- Brindar la oportunidad a las comunidades para entender mejor el proyecto y las medidas de mitigación que MPSA está implementando para proteger el medio ambiente.
- Brindar la oportunidad a las comunidades cercanas al proyecto para supervisar si los controles de MPSA están protegiendo los ríos que rodean el proyecto.
- Participación de las comunidades en capacitaciones de modo que puedan desarrollar un mayor aprendizaje sobre los recursos hídricos, la calidad del agua y los análisis de laboratorio.

Criterios

MPSA ha establecido comparar los resultados con los criterios descritos en éste documento específicamente con la tabla de estándares para la clase 2-C del “Anteproyecto de Ley por el cual se dicta las normas de calidad ambiental para aguas naturales”.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Las comunidades específicas involucradas en el programa podrían cambiar a través del tiempo debido a los cambios de intensidad en las actividades del proyecto.

Actualmente el programa incluye muestreos de agua para las comunidades a lo largo de las rutas de acceso (Molejón, Cascajal, Ranchería, y Llano Grande) y las comunidades cercanas a los sitios de la mina y del puerto (San Benito, Coclesito, Villa del Carmen, Nazareno, Nuevo San José, Río Caimito, San Juan de Turbe y Los Molejones). Las ubicaciones de las comunidades se muestran en la Figura 4-4.

En la nueva propuesta del programa se pretende expandir el programa de monitoreo participativo incluyendo las comunidades indígenas de Nuevo Sinaí y Nueva Esperanza. Las ubicaciones de las comunidades se muestran en la Figura 4-5.

Se harán muestreos de agua para cada una de las 12 comunidades, al menos, una vez al año, y los muestreos se llevarán a cabo sobre una base semestral (se tomarán muestras en seis comunidades cada semestre, de manera que, en el transcurso de un año, se habrán tomado una muestra en cada comunidad). La comunicación de los resultados y desarrollo de las capacidades de los participantes también se incluyen en el plan.

En el caso de los muestreos que se realizarán en las comunidades indígenas la frecuencia y comunicación de resultados sería anual, condición sujeta a la aceptación de las comunidades para participar del programa.

En forma general los parámetros monitoreados con las comunidades son parámetros de campo (pH, temperatura, conductividad específica y oxígeno disuelto), sólidos (totales en suspensión y disueltos), nutrientes (NO_3 + NO_2, NH_3, PO_4), iones comunes (SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K, Na), alcalinidad total, aceite + grasa, cianuro total y metales disueltos (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Zn)

Equipo requerido

Como el muestreo no es responsabilidad directa de MPSA, no se tienen requisitos para el equipo, sin embargo, MPSA se ha aceptado apoyar con la logística del programa.

Figura 4-4: Ubicaciones de las Comunidades del Programa Monitoreo Participativo Comunitario

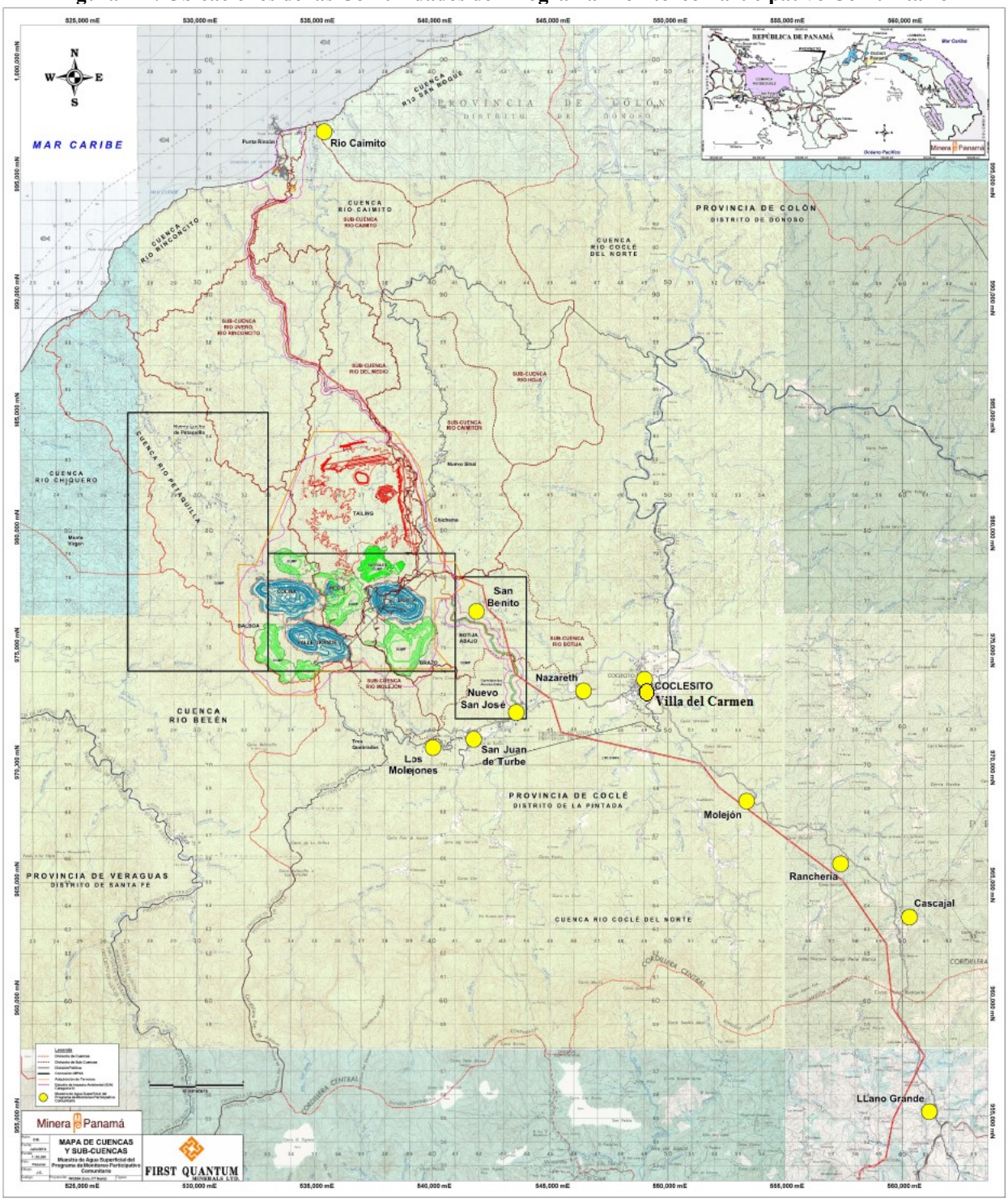
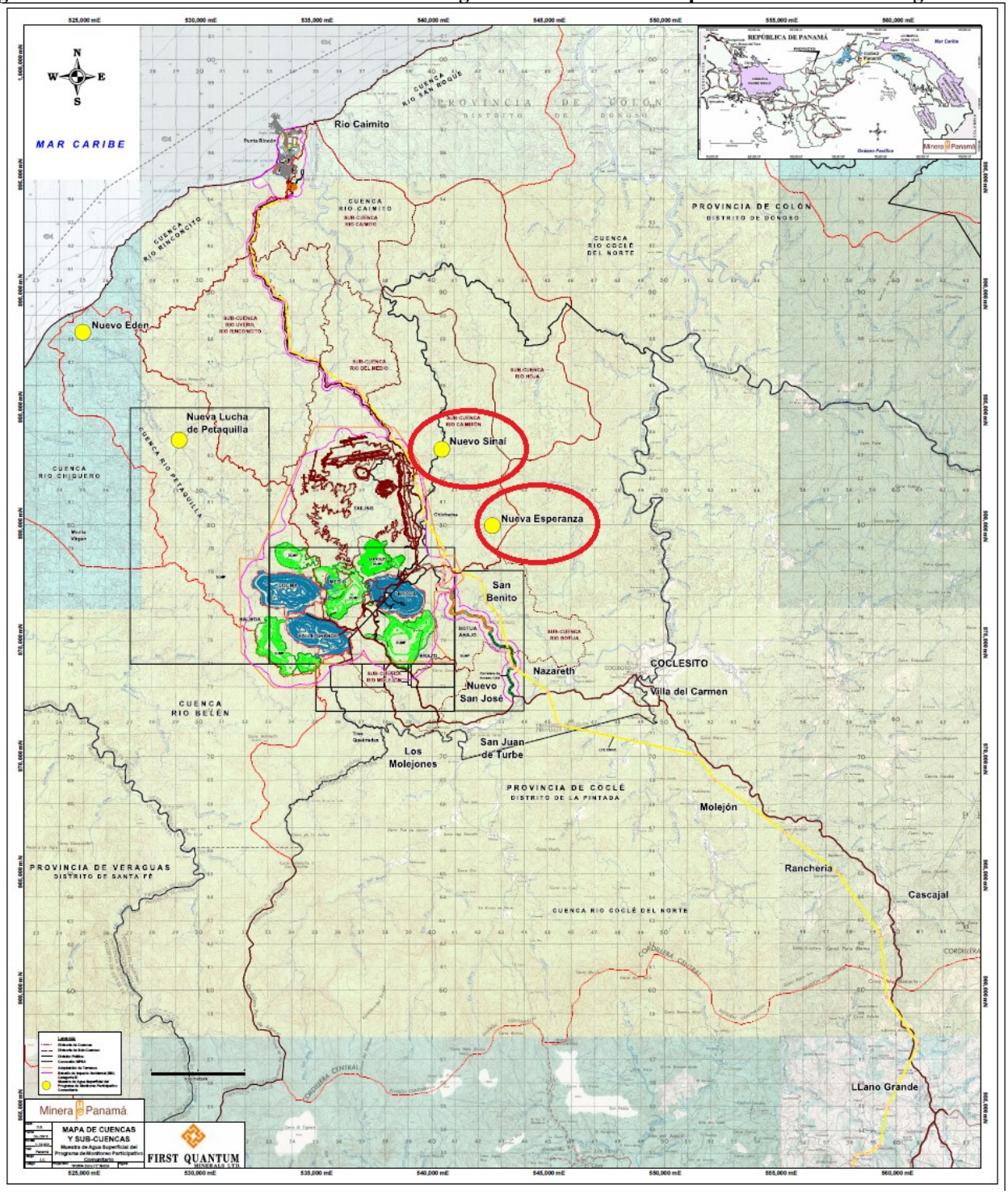


Figura 4-5: Ubicaciones de las Comunidades del Programa Monitoreo Participativo Comunitario Indígena



4.1.6 Monitoreo de Agua Potable

Objetivo

El objetivo del monitoreo de agua potable es asegurar la calidad del agua de las plantas de tratamiento de agua potable para los trabajadores del sitio.

Criterios

Las regulaciones de Panamá para la calidad del agua potable, están en DGNT-COPANIT 21-19. Los criterios del diseño ambiental del Proyecto han considerado dichos requisitos para establecer criterios de diseño para el funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua potable.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Se harán muestreos del agua en las salidas las plantas de agua potable que operen en el Proyecto Cobre Panamá, y otras fuentes de abastecimiento (agua embotellada). LaTabla 4-3 indica las ubicaciones a partir de mayo del 2013.

Los parámetros de muestreo son los establecidos en la DGNT-COPANIT 21-19

La frecuencia mínima de muestreo para los parámetros biológicos (coliformes), cloro libre, parámetros de campo y aquellos establecidos en la DGNT-COPANIT 21-19 serán determinados en conjunto con el personal del departamento de calidad de agua del MINSA (Regional Colón)

Tabla 4-3: Puntos de Muestreo para el Monitoreo de Agua Potable

Campamento	Punto de monitoreo(ID)	Coordenadas geográficas	Punto de referencia
Campamento SK	PTAP-Salida-SK	534068 994576	Punto de muestreo a un costado de la Planta de Tratamiento de agua potable SK.
Campamento GAP	PTAP –Salida-1-GAP	533342 995397	Ubicado al lado de la poza 9, PTAP a la izquierda de los TALM.
Campamento Dorado	PTAP-Salida-Dorado	537914 975133	Válvula en la salida de la Planta de Tratamiento de agua potable de campamento Dorado, al final del proceso de Osmosis Inversa.
Campamento Cobre	PTAP-Salida-Cobre	540022 978904	Válvula en la salida de la Planta de Tratamiento de agua potable de campamento Cobre.
Campamento TMF	PTAP-Salida-TMF	539096 982029	Grifo de salida de los TALM de agua tratada, para la red de distribución.

Equipo Requerido

Los requerimientos del equipo son los mismos que se indicaron en la Sección 4.1.1.

Manejo de Datos, Control de Calidad (QA/QC) e Informes

Las muestras serán colectadas por el personal del Departamento de Monitoreo Ambiental de Minera Panamá, quienes se encargarán de seguir los procedimientos descritos en las normas del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99-Calidad de Agua. Toma de muestras y Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 22-394-99-Calidad de agua. Toma de muestra para análisis biológicos. Los resultados de los análisis serán presentados a la gerencia de Cobre Panamá como parte de los informes mensuales de medio ambiente. Si los resultados indican que el agua no es aceptable, será informado inmediatamente Gerente encargado para que tome acción inmediata. Los datos recopilados se mantendrán en la base de datos ambientales.

4.1.7 Monitoreo de Agua en el Hábitat Marino Costero

Objetivos

Los objetivos principales del monitoreo del agua costero marino son:

- Verificar que los controles de operación y mitigación sean efectivos en la protección de la vida marina
- Asegurar que la descarga del agua de refrigeración cumpla con las regulaciones de Panamá y de IFC
- Cumplir con los compromisos del EsIA y proveer los datos necesarios para las auditorías del Ministerio de Ambiente/Consultor Ambiental.
- Apoyar el monitoreo de los Efectos Ambientales Marinos (EEM, *por sus siglas en inglés*)

Descargas de la Planta de Energía

Se realizará un muestreo en un punto de muestreo de la tubería de descarga de agua de mar y se se realizará una contramuestra en la toma de agua de mar para verificar el real efecto del sistema de enfriamiento de la planta de energía. La ubicación es la señalada en

Tabla 4-4

Tabla 4-4: Ubicación puntos de muestreo en descarga y toma de agua de mar Planta de Energía

Estaciones	Localización Geográfica	
	E UTM WGS84	N UTM WGS84
Descarga de Agua de Mar Unidad 1	533519	997138
Descarga de Agua de Mar Unidad 2	533512	997134
Toma de Agua de Mar	533402	997175

Criterios

Tal como se indicó en el punto 4.1.1 Monitoreo de Cumplimiento el criterio a utilizar corresponde a los parámetros listados en el Reglamento Técnico COPANIT35_2019 para el CIIU 3510 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Calidad Ambiental

En Panamá sólo existe un Anteproyecto de Ley para los criterios de la calidad del agua ambiental para aguas marinas “Anteproyecto de Ley por el cual se dicta las normas de calidad ambiental para aguas naturales” aunque este documento debe ser actualizado (cuando se definan los criterios ambientales), MPSA ha establecido comparar con los criterios descritos en éste documento específicamente con la Tabla de estándares de referencia para la clase M-2 para los parámetros en los cuales tiene influencia producto de la operación del sistema de enfriamiento de la Planta de Energía.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Las regulaciones de Panamá especifican la frecuencia de los muestreos basada en el volumen de la descarga y qué constituyentes están siendo descargados. El protocolo más estricto exige que se lleven a cabo muestreos 4 veces al mes, aplicable a las descargas de la Central Eléctrica. Los parámetros a controlar corresponden a los listados en la Tabla 4-1 para el CIIU 3510, adicionalmente se medirá el parámetro cloro residual de acuerdo a lo indicado en el compromiso 13188 del EsiA Cat III.

En cuanto a la calidad ambiental del agua, el programa actual establece colectar muestras en las ubicaciones indicadas en la Tabla 4-5**Error! Reference source not found.** mostrada a continuación:

Tabla 4-5: Puntos de Monitoreo Marino Costero Calidad Ambiental

Estación de Monitoreo	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84	
Cocle del Norte - E1	Desembocadura Coclé del Norte	547009	1003110
Cocle del Norte – E2	Zona Intermareal Coclé del Norte	547222	1004281
Caimito – E3	Desembocadura Rio Caimito	534997	997355
Caimito – E4	Zona Intermareal Rio Caimito	534871	997981
Petaquilla – E5	Desembocadura Petaquilla	525382	989283
Petaquilla – E6	Zona Intermareal Petaquilla	525220	989947
Punta Rincón - E10	Punto de control - oeste	532295	995729
Punta Rincón – E21	Interior Rompeolas	533318	997207
Punta Rincón - T1	Control de temperatura a 100 m de la descarga	533237	997336
Punta Rincón – E20	Control de sedimentos para terminal T2	533383	997571
Punta Rincón – E8 (R18)	Habitat de fondo duro superficial	533049	996196
Punta Rincón - R15	Habitat de fondo duro superficial	533331	996560
Punta Rincón – E17 (R12)	Habitat de fondo duro superficial	533301	996970
Punta Rincón - R3	Habitat de fondo duro profundo	532441	997509
Punta Rincón - R33	Habitat de fondo duro profundo	532520	997707
Punta Rincón - CE	Habitat de fondo blando superficial	534011	997519

Además se medirá los siguientes parámetros con muestreo de campo en superficie: temperatura, ph, conductividad, oxígeno disuelto, solidos disueltos totales, turbiedad, salinidad, transparencia.

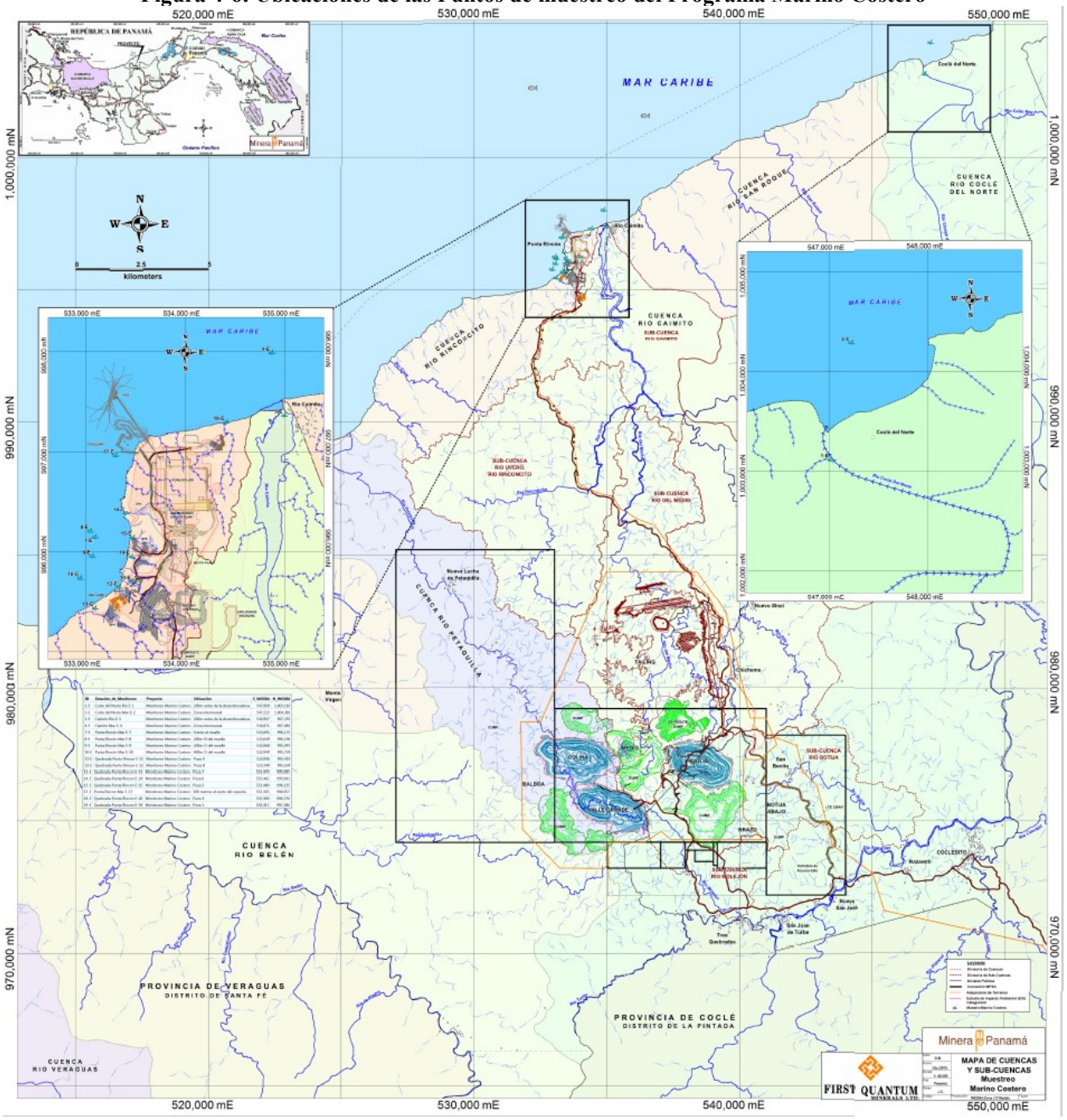
En el programa de calidad de agua de mar se analizarán los siguientes parámetros:

- Fisico-químicos de campo: temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, TDS, turbidez, salinidad, transparencia.
- Físicos (lab): total de sólidos disueltos (TDS), TSS
- Biológicos: DBO, Demanda Química de Oxígeno (COD)
- Nutrientes: nitratos, nitritos, amoniacos, y total de nitrógeno y fósforo
- Iones comunes: SO4, Cl2, Mg, Ca, K, Na, F, S
- Orgánicos: aceite y grasa, hidrocarburos totales, carbón orgánico total
- Cianuro total
- Metales totales.

En estas ubicaciones se realizará un seguimiento de los siguientes parámetros en los sedimentos: Granulometría, pH, Hidrocarburos Totales, Cianuro Total, Carbono Organico Total, Metales Totales.

En estas ubicaciones, los muestreos se llevan a cabo a una profundidad media utilizando un muestreador Niskin ya que la profundidad del agua es menor de 6m. A excepción del sitio E-1, la cual tiene una profundidad de 11m, de manera que se colectan muestras a una profundidad de 1m y 5m.

Figura 4-6: Ubicaciones de las Puntos de muestreo del Programa Marino Costero



En cuanto al plan de monitoreo de calidad de agua marina y sedimientos, este se llevará a cabo de forma semestral.

Equipo Requerido

El equipo requerido para el monitoreo marino incluye:

- Sonda multiparamétrica
- GPS
- Pala
- Botellas colectoras 227ml, 500ml, 1L
- Guantes de látex
- Neveras portátiles
- Preservantes: según se requiera por botella y por parámetro a analizar.

Para recolectar muestras de agua a profundidad, se utiliza un muestreador Niskin o un equipo similar.

Manejo de Datos, QA/QC e Informes

El Estudio de Impacto Ambiental Cat III compromete la entrega de informes al Ministerio de Ambiente de forma semestral para la fase de operaciones. Los informes deben presentar los datos y un análisis de cumplimento con los criterios especificados. Si se excedieran los criterios, se debe entregar información adicional de las medidas correctivas implementadas para lograr el cumplimento. El QA/QC incluirá como mínimo un análisis de un duplicado de campo y una muestra control por cada 10 muestras colectadas. Todos los datos serán introducidos en la base de datos de medio ambiente, se entregará un resumen de resultados cada 6 meses.

4.2 Cantidad de Agua

El desarrollo del proyecto dará como resultado cambios en los hidrogramas de ríos, especialmente en el Río Caimito y cambios en las cuencas de Petaquilla y Coclé del Norte.

4.2.1 Objetivos

Los objetivos de la medición de la cantidad de agua superficial son:

- Cumplir con los compromisos de EsIA para el monitoreo de flujos de las corrientes de agua superficial
- Evaluar los cambios en la hidrología de los drenajes en los tres ríos que rodean Cobre Panamá
- Mantener datos que puedan ser utilizados como apoyo para ingeniería y para el desarrollo del plan de cierre de gestión de agua.
- Proveer datos que puedan ser utilizados para calibrar modelos para el balance del agua en todo el sitio

4.2.2 Criterios

En Panamá no existen criterios específicos para la cantidad de agua.

4.2.3 Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Se han estado llevando a cabo aforos de caudal en estaciones de calidad de agua de San Benito (W-5), Rio del Medio (SW-RDM-001) y Petaquilla (W-1), en la

Tabla 4-6 se muestran las coordenadas.

Tabla 4-6: Ubicación puntos de muestreo en descarga y toma de agua de mar Planta de Energía

Estación de Monitoreo	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84	
W-5	Rio Botija	533134	976564
W-1	Rio Petaquilla	531510	977255
SW-RDM-001	Rio del Medio	536355	987437

El parámetro para la medición de la cantidad de agua superficial es flujo en metros cúbicos por segundo (m^3/s). La frecuencia de la medición es trimestral cuando se utilice los instrumentos de medición.

4.2.4 Equipo Requerido

Para las mediciones de caudal se utiliza el River Surveyor (Aforador Computarizado de Caudal) o en su defecto un correntómetro electromagnético Marca OTT modelo MF pro u otro equipo de similares carácterísticas.

4.2.5 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes

Los datos recopilados en las ubicaciones de cumplimiento serán ingresados dentro de la base de datos ambientales del sitio sobre una base trimestral. Estos datos también les serán brindados al Ministerio de Ambiente/Consultor Ambiental como parte de sus auditorías ambientales en el sitio. Los informes anuales del monitoreo de la cantidad de agua superficial también deberán ser incluidos en uno de los informes semestrales de monitoreo ambiental del sitio.

5.0 Agua Subterránea

5.1 Calidad del Agua

Una de las mayores inquietudes ambientales en las operaciones de minería es el impacto a la calidad y cantidad del agua. El Proyecto Cobre Panamá tiene el potencial de impactar la calidad y cantidad del agua subterránea debido a filtraciones y alteraciones al sistema de agua superficial como resultado de la construcción de las instalaciones para la minería (por ejemplo, los tajos, IMR y los almacenamientos de roca residual). El monitoreo debe ser llevado a cabo debajo de todas las instalaciones principales para evaluar posibles impactos debido a filtraciones de agua influenciada por la mina, especialmente proveniente de la IMR y de las áreas de almacenamiento de roca residual.

5.1.1 Objetivos

Los objetivos principales para el monitoreo de la calidad del agua subterránea son:

- Planificación e implementación de una red efectiva de pozos de monitoreo de agua subterránea durante la fase de construcción para monitorear la eficiencia de los controles y medidas de mitigación implementadas durante la fase de construcción y la fase de operaciones.
- Cumplir con los compromisos EsIA para el monitoreo de filtraciones provenientes de la IMR y de las instalaciones de rocas residuales
- Verificar que los controles de operación y mitigación sean efectivos para el manejo de impactos potenciales al agua subterránea

5.1.2 Criterios

Las regulaciones de Panamá indicadas en DGNTI-COPANIT-35-2019 (Ministerio de Comercio e Industrias 2019) son específicas para tanto el agua superficial como subterránea. Por lo tanto,

los criterios son los mismos para el cumplimiento del monitoreo de aguas superficiales (Sección 4.1.1) y aguas subterráneas. Estos valores se muestran en la Tabla 4-1

5.1.3 Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

En general, el concepto de hidrogeología en un área es la precipitación que se infiltra en el subsuelo siguiendo la topografía local y descargando en el agua superficial de los valles. Por lo tanto, la estrategia general para colocar los pozos de monitoreo de agua subterránea es ubicarlos, en lo posible, gradiente-arriba y gradiente abajo de las instalaciones principales (por ejemplo, IMR, tajos, almacenamiento de roca estéril y la planta de procesamiento). En realidad, el proyecto está siendo desarrollado en la parte superior de las cuencas hidrográficas, por lo que no es posible colocar los pozos gradiente-arriba de las instalaciones. Las ubicaciones finales para los pozos de aguas subterráneas se conciliarán una vez que FQML haya finalizado con la optimización del diseño. En general, el Proyecto tendrá que establecer una red de monitoreo aguas-abajo de las instalaciones principales que sea suficiente para demostrarle a las partes interesadas tanto internas como externas que los recursos aguas-abajo están siendo protegidos durante la fase de operaciones y al cierre.

Los pozos deben estar ubicados aguas-debajo de la IMR y necesitarán estar ubicados en más de una sub-cuenca ya que la IMR podría liberar filtraciones a más de una sub-cuenca (se necesitará al menos una ubicación en ambas cuencas de Petaquilla y Caimito). En general, los pozos de monitoreo deberán estar ubicados al norte, este y oeste de la IMR, en un mínimo de tres ubicaciones. Los pozos adicionales deben estar ubicados aguas-abajo del tajo Colina, en el almacenamiento de residuo de roca en la cuenca de Petaquilla, en el drenaje de San Juan de Turbe por debajo del tajo Botija y en el almacenamiento de roca estéril. Los pozos estarán ubicados alrededor 300-500 metros aguas-abajo de las instalaciones. En cada ubicación se instalará una serie de pozos para evaluar a diferentes profundidades. El objetivo será tener un pozo en el estrato de saprolita, el “saprock” y lecho de roca en cada ubicación.

Durante la fase de construcción la recopilación de datos para generar la línea base se ha realizado en los pozos existentes dentro de la huella de la IMR, área que será perturbada a medida que avance y se desarrolle el proyecto, como resultado se esperan cambios en los niveles de agua y/o de su calidad en estas áreas.

A continuación de muestran los pozos actualmente operativos tanto en Puerto como en Mina.

Tabla 5-1: Ubicación pozos de agua subterránea Sitio Puerto y Mina

Estación de Monitoreo	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84	
GW-PRBH-001	Aguas subterráneas - West Coal Shed	533710	996692
GW-PRBH-002	Aguas subterráneas - North Coal Shed	533927	996418
GW-PRBH-003	Aguas subterráneas - Diesel Farm	534048	996152
GW-BOR-001A	Pozo Rio Botija 001A	541488	976422
GW-BOR-001B	Pozo Rio Botija 001B	541591	976423
GW-RDM-001A	Pozo Rio del Medio 001A	535857	986179
GW-UVR-001A	Pozo Rio Uvero 001A	534397	987484

Aunque estas ubicaciones no serán las finales de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas, brindan cobertura de las condiciones de las aguas subterráneas alrededor del perímetro de las actividades actuales y están ubicados en cada uno de los drenajes principales.

Los parámetros del muestreo de aguas subterráneas son:

- De campo: pH, temperatura, conductividad específica, turbiedad
- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), TSS
- Nutrientes: nitrato, nitrito, amoniaco, y total de nitrógeno y fósforo
- Iones comunes: SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K, Na, F, S
- Orgánicos: aceite y grasa
- Cianuro: total
- Metales totales.

Las regulaciones de Panamá exigen que el total de metales sean analizados. Si los valores de TSS en los pozos están elevados, esto será un indicativo que los pozos no se han desarrollado lo suficiente. En ese caso, se llevará a cabo un análisis de metales disueltos además del análisis de metales totales, y medidas adicionales para mejorar el desarrollo del pozo.

La frecuencia de muestreo es trimestral.

5.1.4 Equipo Requerido

DGNTI-COPANIT-35-2019 también incluye requisitos específicos para la preservación y el análisis de las muestras, que se necesitan seguir durante el muestreo. Durante la toma de muestras, se procura seguir los procedimientos de colecta atendiendo al tipo de análisis solicitado.

Los materiales requeridos se describen a continuación:

- Sonda multiparamétrica
- Guantes de nitrilo
- Tuberías para succionar agua de pozos
- Válvulas de bombeo
- Botellas plásticas y de vidrio. Según parámetro analizar
- Neveras
- Preservantes: según botella y parámetro a analizar

Además se debe emplear el equipo de protección personal apropiado exigido en el Proyecto Cobre Panamá.

5.1.5 Manejo de Datos, QA/QC e Informes

Las regulaciones exigen que se preparen informes semestrales para el Ministerio de Ambiente, lo cual se cumplirá durante la etapa operación. Los informes deben presentar los datos y el análisis de cumplimiento con los criterios especificados. Si los criterios fueran excedidos, se debe

entregar información adicional sobre las acciones correctivas implementadas para lograr el cumplimiento. El QA/QC incluirá como mínimo un análisis de un duplicado de campo y una muestra control de por cada 10 muestras colectadas. Todos los datos serán introducidos en la base de datos de medio ambiente y se entregara un resumen de los resultados semestralmente en la fase de operaciones.

5.2 Cantidad de Agua

5.2.1 Objetivos

Los objetivos para la evaluación de la cantidad de agua subterránea son:

- Medir los niveles de agua subterránea para evaluar los cambios en el agua subterránea, incluyendo las direcciones del flujo y gradientes.
- Evaluar los cambios en el agua subterránea que podrían dar como resultado impactos al agua superficial con que se conectan.
- Brindar datos al grupo de ingeniería/operaciones de la mina para apoyar las evaluaciones geotécnicas y de desagüe.

5.2.2 Sitios de Monitoreo

Las ubicaciones especificadas en la Sección 5.1.3 para el monitoreo de la calidad de aguas subterráneas también servirán para supervisar la profundidad del agua. Es posible que se necesiten establecer ubicaciones adicionales de seguimiento para apoyar el monitoreo geotécnico (por ejemplo, la presión de la pared del tajo) y el desagüe de los tajos. Estas ubicaciones serán establecidas por el grupo de operaciones cuando sea preciso satisfacer esas necesidades.

5.2.3 Parámetros y Frecuencia

Para determinar la cantidad de aguas subterráneas se realizan mediciones de la profundidad de las aguas subterráneas. Para cada ubicación, se debe conocer la altura de la parte superior del

pozo (marco del pozo) de manera que la profundidad del agua subterránea pueda ser medida con precisión. La medición de la profundidad se llevará a cabo utilizando un indicador eléctrico del nivel del agua en una longitud de carrete suficiente para alcanzar la profundidad del agua en cada pozo. Las mediciones deben ser lo más cercanas a 0.01 m. La frecuencia de las mediciones será trimestral a menos que se necesiten mediciones más frecuentes para apoyar las operaciones.

5.2.4 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes

Todas las mediciones del nivel del agua serán ingresadas en la base de datos ambiental. Los datos serán comparados con los resultados pasados para identificar los datos que sean significativamente diferentes de las mediciones anteriores. Si se observan cambios significativos, se debe medir nuevamente la profundidad de los pozos para confirmar que los datos sean correctos. Se deben entregar los datos del nivel de aguas subterráneas al Ministerio de Ambiente a través del consultor ambiental en los informes de seguimiento como parte de sus auditorías ambientales. También estarán incluidos los informes anuales del monitoreo de la profundidad de las aguas subterráneas en el informe anual de monitoreo ambiental, al igual que una evaluación de las tendencias de los niveles del agua en las diferentes sitios de muestreo.

6.0 Calidad del Suelo

El monitoreo del suelo está asociado a la protección de la calidad del suelo. La línea base de caracterización y clasificación del suelo se llevó a cabo como parte de EsIA (2010) y los detalles se encuentran en el Anexo IV del EsIA. Además de clasificar los tipos de suelo, se llevó a cabo la caracterización química y física. Esto incluyó mediciones de la distribución del tamaño de las partículas, la textura del suelo, pH, carbono orgánico, nutrientes (N y P), capacidad de intercambio catiónico/capacidad de intercambio catiónico efectiva y trazas metálicas. Como es típico en los ambientes tropicales, los suelos en el área del proyecto son generalmente ácidos, con baja fertilidad/nutrientes y con baja capacidad de intercambio catiónico. También hay un porcentaje significativo de suelos en el área que se clasifican como que tienen un potencial de erosión de moderado a muy alto.

6.1 Objetivos

En general, el monitoreo de suelos está asociada a la evaluación de la contaminación del suelo debido a las operaciones de minería. Los objetivos principales del monitoreo del suelo son:

- Cumplir con los compromisos de EsIA
- Cumplir con los requisitos legales de Panamá

Otros aspectos claves son el monitoreo de la calidad del suelo y la verificación de suelo suficiente para la re-vegetación en el cierre. Por lo que otros objetivos asociados son:

- Evaluar la eficiencia de la saprolita como medio de cultivo para la etapa de recuperación
- Monitoreo de la recuperación actual y progresiva para la estabilidad física del suelo y apoyo químico del crecimiento de la vegetación

6.2 Criterios

Panamá ha establecido regulaciones para la calidad de los suelos en el Decreto Ejecutivo No.2 (del 14 de enero, 2009). Las regulaciones especifican mediciones de la actividad microbiológica de los suelos al igual que los límites para diferentes metales y otros parámetros químicos en los suelos. También existen guías para muestreos y para análisis de laboratorio. Además hay un requerimiento para la realización de un 'Informe Preliminar' para los suelos de MPSA. Este trabajo se enfoca en las ubicaciones donde se está manipulando hidrocarburos u otras sustancias potencialmente nocivas para el ambiente durante las actividades de la fase de operación.

La Tabla 5-2 muestra los Límites Máximos Permisibles de los parámetros relevantes a la minería. Las regulaciones también indican los valores para pesticidas, componentes orgánicos adicionales y PCB's, los cuales no figuran en la tabla ya que éstos no están

asociados con las operaciones de minería de metales y molienda. A pesar de que no se está utilizando cianuro, también está incluido ya que podría ser percibido como un riesgo en Cobre Panamá.

Tabla 5-2: Límites Máximos Permisibles de Suelos (solamente relacionados con minería)

Familia	Parámetro	LMP (mg/kg)(1)
Hidrocarburos		
	Benceno	100
	Tolueno	3000
	Etilbenceno	2000
	Xileno	1000
	Total de hidrocarburos	620
Inorgánicos		
	As	30
	Ba	1000
	Cd	100
	Cr	1000
	Hg	140
	Ni	400
	Pb	-
	Se	310
	Zn	300
Otros		
	Cianuro	400

(1) los valores están indicados para suelos de uso industrial

6.3 Sitios de Monitoreo

Las estaciones de monitoreo de la calidad del suelo fueron seleccionadas considerando el potencial de riesgo a la salud humana y al medio ambiente por las actividades del sitio. El programa de monitoreo de la calidad del suelo comprende 10 estaciones. Las ubicaciones se indican en la Tabla 5-3 y se muestran en la Figura 5-1.

Tabla 5-3 : Sitios de Monitoreo de la Calidad de los Suelos

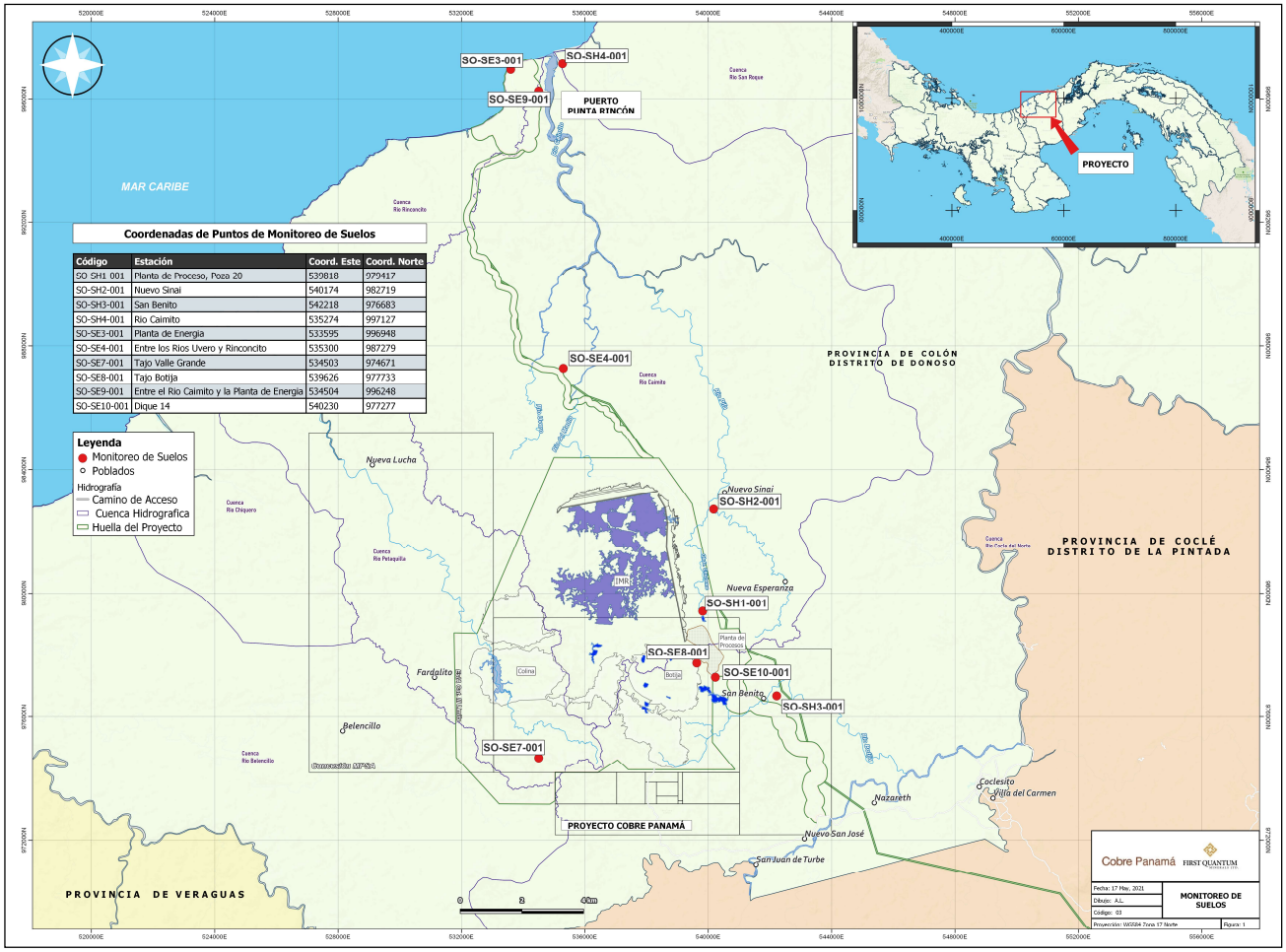
		Ubicación UTM WGS 84	
Código	**Estación**	**N**	**E**
SO-SH1-001	Planta de Proceso – Poza 20	979417	539818
SO-SH2-001	Nuevo Sinaí	982719	540174
SO-SH3-001	San Benito	976683	542218
SO-SH4-001	Río Caimito	997127	535274
SO-SE3-001	Planta de Energía	996948	533595
SO-SE4-001	Entre los Ríos Uvero y Rinconcito	987279	535300
SO-SE7-001	Tajo Valle Grande	974671	534503
SO-SE8-001	Tajo Botija	977733	539626
SO-SE9-001	Entre el Río Caimito y la Planta de Energía	996248	534504
SO-SE10-001	Planta de Proceso – Dique 14	977277	540230

6.4 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Los parámetros para la calidad de los suelos que necesitan ser evaluados son aquellos indicados en la Tabla 5-2. Además, se necesita llevar a cabo los siguientes análisis adicionales:

- Total de carbono orgánico
- Actividad deshidrogenasa del suelo
- Biomasa microbiana
- Respiración microbiana

Figura 5-1: Sitios de Monitoreo de la Calidad de los Suelos



Las regulaciones de Panamá que especifican los métodos analíticos para estos ensayos. La sección relevante de las regulaciones se muestra a continuación:

Métodos y protocolos para cada uno de los análisis microbiológicos de la muestra de suelo en el laboratorio

Parámetros	Cantidad en Kg	Envase	Preservación	Tiempo límite para realizar el análisis	Método
Actividad de la enzima deshidrogenada.	2,0	Vial plástico con tapa hermética.	A 25,0° C	14 días	Ensayo según Casida *et al.* (1977).
Biomasa microbiana	2,0	Vial plástico con tapa hermética.	A 25,0° C	14 días	Ensayo según Vance *et al.*, 1987. ó Jenkinson, D. S., 1987.
Respiración Microbiana	2,0	Vial plástico con tapa hermética.	A 25,0° C	14 días	Ensayo según Guitián y Carballas, 1976., y Anderson y Domsch, 1993. ó Ceulemans R, Impens I & Gabriëls R (1987)

La frecuencia de los análisis para el monitoreo de la calidad de los suelos será una vez al año.

Además de estas actividades, se deberá revisar anualmente el material de balance para la recuperación. La revisión debe calcular el volumen requerido de material de saprolita de cobertura necesario para apoyar el plan de cierre y recuperación. El volumen puede ser calculado de la siguiente manera:

Área que requiere cobertura de saprolita (m^2) x profundidad de la cubierta (m) x 120%

La profundidad de la cubierta está especificada en el plan cierre y recuperación y puede ser ajustada a lo largo del tiempo basado en la experiencia real adquirida durante la recuperación actual y progresiva. La ecuación anterior incluye un volumen adicional del 20% para tomar en

cuenta la pérdida de saprolita durante el almacenamiento y durante re-vegetación. El monitoreo de rutina de las áreas de vegetación debe llevarse a cabo conforme se va completando la recuperación progresiva. Si las áreas demuestran un escaso progreso de vegetación, o el crecimiento de plantas es deficiente a lo largo del tiempo, se deben analizar los nutrientes, las propiedades químicas y biológicas del suelo del área para verificar si es necesario llevar a cabo alguna modificación del suelo (por ejemplo, fertilización) para apoyar el éxito de la revegetación.

6.5 Equipo Requerido

Se necesita muy poco equipo especializado para el programa de monitoreo de los suelos. Las regulaciones de Panamá especifican qué tipo de almacenamiento (por ejemplo, bolsas de plástico o frascos de vidrio ámbar) es necesario para el material de suelo colectado para tener pruebas de calidad.

Las muestras de suelo se deben recolectar usando una cuchara de acero inoxidable limpia. La muestra recogida debe estar compuesta de cinco sub-muestras, que serán homogenizadas en un tazón de acero inoxidable antes de ponerla en los recipientes de almacenamiento (por ejemplo, bolsas o botellas). La cuchara y el tazón deben limpiarse entre uno y otro sitio de muestreo y al final deben enjuagarse tres veces con agua destilada antes de usarse de nuevo.

6.6 Manejo de Datos, Control de Calidad (QA/QC) e Informes

Se informará sobre la calidad del suelo al Ministerio de Ambiente sobre una base anual, lo cual puede llevarse a cabo a través de las auditorías en los informes de seguimiento. Se harán comparaciones con los resultados del Informe Preliminar, al igual que tendencias temporales de los resultados a lo largo del tiempo. Los datos se mantendrán en la base de datos ambientales de MPSA. Los informes del balance del material de medios de crecimiento de saprolita se incluirán en el informe anual de monitoreo ambiental del sitio.

7.0 Referencias

ANAM (Autoridad Nacionaldel Ambiente). 2006. Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente. Elaborado por URS Holdings Inc. Julio2006.

ANAM. 2009. DecretoEjecutivoNo.2, fechado 14 de enero de 2009,'Setting forth the Environmental Standard on Quality of Soils for Various Uses'. Gaceta OficialNo.26230,27 de febrero,2009. República de Panamá.

CH2MHill. 2013. Technical Memorandum- Air Dispersion Modeling Assessment of Emissions from the Panama Copper Mine Project. 29 de agosto. 71 páginas.

EC (Environment Canada). 2012. Metal Mining Technical Guidance for Environmental Effects Monitoring.

Golder. 2010. Environmental and Social Impact Assessment (EsIA) Project Mina de Cobra Panama. Septiembre2010.

International Finance Corporation (IFC). 2007a. Environmental Health and Safety General Guidelines.

International Finance Corporation (IFC). 2007b. Environmental Health and Safety Guide lines for Mining.

International Finance Corporation (IFC). 2007c.IFC EHS Guide lines for Ports, Harbours and Terminals.

International Finance Corporation (IFC). 2008. IFC EHS Guidelines for Thermal Power Plants.

Ministerio de Comercio e Industrias. 1999. Reglamento Técnico- Agua, Agua Potable- Definiciones y Requisitos Generales. DGNT-COPANIT-23-395-99.

Ministerio de Comercio e Industrias. 2019. Reglamento Técnico –Descarga de Efluentes Líquidos a Cuerpos y Masas de Aguas Continentales y Marinas. DGNTI - COPANIT 35 - 2019

Ministerio de Economía y Finanzas. 2009. DecretoEjecutivoNo.5–Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas. República de Panamá.

Ministerio de Economía y Finanzas. 2007. Anteproyecto: Normas de Calidad Ambiental para Aguas Naturales